



industriales
etsii

**Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Electrificación de Centro Comercial con acometida mediante línea subterránea de alta tensión y centro de transformación

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO INGENIERÍA ELÉCTRICA

Autor: Miguel Ángel Lorenzo López

Director: Juan José Portero Rodríguez

Codirector: Alfredo Conesa Tejerina



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**

Cartagena, a 30 de Noviembre de 2015

ÍNDICE

PROYECTO ACOMETIDA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN	- 1 -
1. MEMORIA.....	- 1 -
1.1. Antecedentes.....	- 1 -
1.2. Objeto del proyecto.....	- 1 -
1.3. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares	- 1 -
1.4. Descripción de la instalación	- 2 -
1.4.1. Trazado	- 2 -
1.4.2. Cruzamientos y paralelismos	- 2 -
1.4.3. Clase de energía	- 2 -
1.4.4. Materiales.....	- 2 -
1.4.5. Cables, empalmes y aparamenta eléctrica	- 2 -
1.4.6. Instalación de cables aislados	- 3 -
1.5. Puesta a tierra.....	- 3 -
1.6. Protecciones	- 4 -
1.6.1. Protección contra sobreintensidades	- 4 -
1.6.2. Protección contra sobretensiones.....	- 4 -
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	- 6 -
2.1. Cálculos eléctricos.....	- 6 -
2.1.1. Previsión de potencia.....	- 6 -
2.1.2. Intensidad y densidad de corriente	- 6 -
2.1.3. Caída de tensión	- 6 -
2.1.4. Capacidad de transporte y potencia máxima de transporte	- 6 -
2.1.5. Intensidad de cortocircuito.....	- 7 -
2.1.6. Intensidad máxima admisible en cortocircuito	- 7 -
2.1.7. Resultados.....	- 7 -
3. PLIEGO DE CONDICIONES	- 8 -
3.1. Condiciones técnicas para la obra civil y montaje de las líneas eléctricas de alta tensión con conductores aislados.....	- 8 -
3.1.1. Preparación y programación de la obra	- 8 -
3.1.2. Zanjas	- 8 -
3.1.2.1. Zanjas en tierra.....	- 8 -

3.1.2.1.1. Ejecución.....	- 8 -
3.1.2.1.2. Dimensiones y condiciones generales de ejecución	- 11 -
3.1.2.2. Zanjas en roca	- 11 -
3.1.2.3. Zanjas anormales y especiales	- 11 -
3.1.2.4. Rotura de pavimentos	- 12 -
3.1.2.5. Reposición de pavimentos.....	- 12 -
3.1.3. Galerías	- 12 -
3.1.3.1. Galerías visitables	- 12 -
3.1.3.2. Galerías o zanjas registrables.....	- 14 -
3.1.4. Atarjeas o canales revisables	- 14 -
3.1.5. Bandejas, soportes, palomillas o sujeciones directas a la pared	- 14 -
3.1.6. Cruzamientos, proximidades y paralelismos	- 15 -
3.1.6.1. Materiales.....	- 15 -
3.1.6.2. Dimensiones y características generales de ejecución	- 16 -
3.1.6.3. Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones.....	- 17 -
3.1.6.3.1. Cruzamientos	- 17 -
3.1.6.3.2. Proximidades y paralelismos	- 18 -
3.1.6.3.3. Acometidas (conexiones de servicio)	- 19 -
3.1.7. Tendido de cables	- 19 -
3.1.7.1. Tendido de cables en zanja abierta	- 19 -
3.1.7.1.1. Manejo y preparación de bobinas	- 19 -
3.1.7.1.2. Tendido de cables.....	- 19 -
3.1.7.2. Tendido de cables en galería o tubulares	- 21 -
3.1.7.2.1. Tendido de cables en tubulares.....	- 21 -
3.1.7.2.2. Tendido de cables en galería	- 21 -
3.1.8. Montajes.....	- 21 -
3.1.8.1. Empalmes	- 21 -
3.1.8.2. Botellas terminales.....	- 22 -
3.1.8.3. Autoválvulas y seccionador	- 22 -
3.1.8.4. Herrajes y conexiones.....	- 22 -
3.1.8.5. Colocación de soportes y palomillas	- 23 -
3.1.8.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.....	- 23 -
3.1.8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo	- 23 -

3.1.9.	Conversiones aéreo-subterráneas.....	- 23 -
3.1.10.	Transporte de bobinas de cables.....	- 23 -
3.1.11.	Aseguramiento de la calidad	- 24 -
3.1.12.	Ensayos eléctricos después de la instalación.....	- 24 -

PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... - 25 -

1.	MEMORIA.....	- 25 -
1.1.	Antecedentes.....	- 25 -
1.2.	Objeto del proyecto.....	- 25 -
1.3.	Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares	- 25 -
1.4.	Emplazamiento.....	- 26 -
1.5.	Características generales del centro de transformación.....	- 26 -
1.6.	Programa de necesidades y potencia instalada	- 26 -
1.7.	Obra civil.....	- 27 -
1.7.1.	Local.....	- 27 -
1.7.2.	Edificio de transformación.....	- 27 -
1.7.3.	Cimentación	- 27 -
1.7.4.	Solera, pavimento y cerramientos exteriores	- 27 -
1.7.5.	Cubierta.....	- 28 -
1.7.6.	Pinturas	- 28 -
1.7.7.	Varios.....	- 28 -
1.8.	Instalación eléctrica	- 28 -
1.8.1.	Red alimentación	- 28 -
1.8.2.	Aparamenta alta tensión.....	- 29 -
1.8.3.	Aparamenta baja tensión.....	- 30 -
1.9.	Medida de la energía eléctrica	- 30 -
1.10.	Puesta a tierra.....	- 30 -
1.10.1.	Tierra de protección.....	- 30 -
1.10.2.	Tierra de servicio	- 30 -
1.11.	Instalaciones secundarias	- 31 -
1.11.1.	Alumbrado	- 31 -
1.11.2.	Protección contra incendios	- 31 -
1.11.3.	Ventilación.....	- 31 -
1.11.4.	Medidas de seguridad	- 31 -

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	- 33 -
2.1. Intensidad en alta tensión	- 33 -
2.2. Intensidad en baja tensión	- 33 -
2.3. Cortocircuitos	- 33 -
2.3.1. Observaciones	- 33 -
2.3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito	- 33 -
2.3.3. Cortocircuito en el lado de alta tensión	- 34 -
2.3.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión	- 34 -
2.4. Dimensionado del embarrado	- 34 -
2.4.1. Comprobación por densidad de corriente	- 34 -
2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica	- 35 -
2.4.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito	- 35 -
2.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión	- 35 -
2.6. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación	- 36 -
2.7. Dimensionado del pozo apagafuegos	- 36 -
2.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	- 37 -
2.8.1. Investigación de las características del suelo	- 37 -
2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto	- 37 -
2.8.3. Diseño de la instalación de tierra	- 37 -
2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	- 38 -
2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación	- 39 -
2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación	- 39 -
2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas	- 40 -
2.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior	- 41 -
2.8.9. Corrección del diseño inicial	- 41 -
3. PLIEGO DE CONDICIONES	- 42 -
3.1. Condiciones técnicas para la obra civil y montaje de centros de transformación de interior prefabricados	- 42 -
3.1.1. Objeto	- 42 -
3.1.2. Obra civil	- 42 -
3.1.2.1. Emplazamiento	- 42 -
3.1.2.2. Excavación	- 42 -
3.1.2.3. Acondicionamiento	- 42 -

3.1.2.4.	Edificio prefabricado de hormigón	- 43 -
3.1.2.5.	Evacuación y extinción del aceite aislante.....	- 44 -
3.1.2.6.	Ventilación.....	- 44 -
3.1.3.	Instalación eléctrica.....	- 44 -
3.1.3.1.	Aparamenta alta tensión.....	- 44 -
3.1.3.2.	Transformadores	- 46 -
3.1.3.3.	Equipos de medida.....	- 46 -
3.1.3.4.	Acometidas subterráneas	- 47 -
3.1.3.5.	Alumbrado	- 47 -
3.1.3.6.	Puestas a tierra	- 48 -
3.1.4.	Normas de ejecución de las instalaciones	- 48 -
3.1.5.	Pruebas reglamentarias	- 49 -
3.1.6.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	- 49 -
3.1.6.1.	Prevenciones generales	- 49 -
3.1.6.2.	Puesta en servicio	- 50 -
3.1.6.3.	Separación de servicio.....	- 50 -
3.1.6.4.	Mantenimiento.....	- 50 -
3.1.7.	Certificados y documentación	- 51 -
3.1.8.	Libro de órdenes.....	- 51 -
3.1.9.	Recepción de la obra	- 51 -

PROYECTO INSTALACIONES ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN..... - 52 -

1.	MEMORIA.....	- 52 -
1.1.	Antecedentes.....	- 52 -
1.2.	Objeto del proyecto.....	- 52 -
1.3.	Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares	- 52 -
1.4.	Instalaciones eléctricas de enlace	- 53 -
1.4.1.	Acometidas	- 53 -
1.4.2.	Cajas generales de protección	- 53 -
1.4.3.	Líneas generales de alimentación	- 54 -
1.4.4.	Contadores: Ubicación y sistemas de instalación	- 55 -
1.4.4.1.	Generalidades.....	- 55 -
1.4.4.2.	Formas de colocación	- 55 -
1.4.4.2.1.	En local	- 56 -

1.4.4.3.	Concentración de contadores	- 57 -
1.4.5.	Derivaciones individuales	- 58 -
1.4.6.	Dispositivos generales e individuales de mando y protección	- 59 -
1.5.	Instalaciones interiores	- 61 -
1.5.1.	Conductores	- 61 -
1.5.2.	Identificación de conductores.....	- 61 -
1.5.3.	Subdivisión de las instalaciones.....	- 61 -
1.5.4.	Equilibrado de cargas	- 62 -
1.5.5.	Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	- 62 -
1.5.6.	Conexiones	- 62 -
1.5.7.	Sistemas de instalación	- 63 -
1.5.7.1.	Prescripciones generales.....	- 63 -
1.5.7.2.	Conductores aislados bajo tubos protectores	- 63 -
1.5.7.3.	Conductores aislados enterrados.....	- 65 -
1.5.7.4.	Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas	- 65 -
1.6.	Protección contra sobreintensidades.....	- 65 -
1.7.	Protección contra sobretensiones.....	- 66 -
1.7.1.	Categorías de las sobretensiones	- 66 -
1.7.2.	Medidas para el control de las sobretensiones.....	- 67 -
1.7.3.	Selección de los materiales en la instalación	- 67 -
1.8.	Protección contra contactos directos e indirectos	- 67 -
1.8.1.	Protección contra contactos directos.....	- 67 -
1.9.	Protección contra contactos indirectos	- 68 -
1.10.	Puestas a tierra	- 69 -
1.10.1.	Uniones a tierra.....	- 69 -
1.10.2.	Conductores de equipotencialidad.....	- 71 -
1.10.3.	Resistencia de las tomas de tierra	- 71 -
1.10.4.	Tomas de tierra independientes	- 71 -
1.10.5.	Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación	- 72 -
1.10.6.	Revisión de las tomas de tierra	- 72 -
1.11.	Receptores de alumbrado	- 73 -
1.12.	Receptores a motor.....	- 73 -

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	- 75 -
2.1. Tensión nominal y caídas de tensión máximas admisibles	- 75 -
2.2. Fórmulas utilizadas	- 75 -
2.3. Potencia total instalada	- 78 -
2.4. Relación de receptores de alumbrado	- 79 -
2.4.1. Cafetería-Restaurante	- 79 -
2.4.2. Supermercado	- 80 -
2.4.3. Servicios Generales	- 81 -
2.5. Relación de receptores de fuerza	- 83 -
2.5.1. Cafetería-Restaurante	- 83 -
2.5.2. Supermercado	- 84 -
2.5.3. Servicios generales	- 85 -
2.6. Instalaciones eléctricas de enlace	- 86 -
2.6.1. Acometidas subterráneas de baja tensión	- 86 -
2.6.2. Líneas generales de alimentación	- 87 -
2.6.3. Derivaciones individuales	- 90 -
2.7. Instalaciones interiores	- 98 -
2.7.1. Cálculos eléctricos: Alumbrado y fuerza	- 98 -
2.7.1.1. Cafetería-Restaurante	- 98 -
2.7.1.2. Supermercado	- 119 -
2.7.1.3. Servicios generales	- 150 -
3. PLIEGO DE CONDICIONES	- 174 -
3.1. Condiciones técnicas para la ejecución de redes subterráneas de distribución en baja tensión	- 174 -
3.1.1. Objeto	- 174 -
3.1.2. Campo de aplicación	- 174 -
3.1.3. Ejecución del trabajo	- 174 -
3.1.3.1. Trazado	- 174 -
3.1.3.2. Apertura de zanjas	- 174 -
3.1.3.3. Canalización	- 175 -
3.1.3.3.1. Zanja	- 175 -
3.1.3.3.2. Cable directamente enterrado	- 175 -
3.1.3.3.3. Cable entubado	- 176 -
3.1.3.3.4. Cruzamientos	- 176 -

3.1.3.3.5. Proximidades y paralelismos	- 177 -
3.1.3.4. Transporte de bobinas de cables	- 178 -
3.1.3.5. Tendido de cables	- 178 -
3.1.3.6. Protección mecánica	- 180 -
3.1.3.7. Señalización	- 180 -
3.1.3.8. Identificación	- 180 -
3.1.3.9. Cierre de zanjas.....	- 180 -
3.1.3.10. Reposición de pavimentos.....	- 180 -
3.1.3.11. Puesta a tierra.....	- 180 -
3.1.3.12. Montajes diversos	- 181 -
3.1.3.12.1. Armario de distribución	- 181 -
3.1.4. Materiales.....	- 181 -
3.1.5. Recepción de obra	- 181 -
3.2. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión.....	- 182 -
3.2.1. Condiciones generales	- 182 -
3.2.2. Canalizaciones eléctricas.....	- 182 -
3.2.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores	- 182 -
3.2.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.....	- 186 -
3.2.2.3. Conductores aislados enterrados.....	- 187 -
3.2.2.4. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras	- 187 -
3.2.2.5. Conductores aislados en el interior de la construcción	- 187 -
3.2.2.6. Conductores aislados bajo canales protectoras	- 188 -
3.2.3. Conductores	- 190 -
3.2.4. Cajas de empalme	- 192 -
3.2.5. Mecanismos y tomas de corriente.....	- 193 -
3.2.6. Aparamenta de mando y protección	- 193 -
3.2.6.1. Cuadros eléctricos	- 193 -
3.2.6.2. Interruptores automáticos.....	- 194 -
3.2.6.3. Guardamotores	- 194 -
3.2.6.4. Fusibles.....	- 195 -
3.2.6.5. Interruptores diferenciales.....	- 195 -
3.2.6.6. Seccionadores.....	- 196 -
3.2.6.7. Embarrados.....	- 196 -

3.2.6.8.	Prensaestopas y etiquetas	- 197 -
3.2.6.9.	Receptores de alumbrado	- 197 -
3.2.7.	Receptores a motor	- 198 -
3.2.8.	Puestas a tierra	- 200 -
3.2.8.1.	Uniones a tierra	- 201 -
3.2.9.	Inspecciones y pruebas en fábrica	- 202 -
3.2.10.	Control	- 202 -
3.2.11.	Seguridad	- 203 -
3.2.12.	Limpieza	- 203 -
3.2.13.	Mantenimiento	- 203 -
3.2.14.	Criterios de medición	- 204 -

ANEXO I: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1.	MEMORIA	- 205 -
1.1.	Antecedentes	- 205 -
1.2.	Objeto del proyecto	- 205 -
1.3.	Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares	- 205 -
1.4.	Emplazamiento	- 207 -
1.5.	Descripción del edificio	- 207 -
1.6.	Agentes extintores y adecuación a las distintas clases de fuego	- 207 -
1.7.	Instalaciones de protección contra incendios necesarias en los edificios	- 208 -
1.8.	Bocas de incendio equipadas	- 210 -
1.9.	Rociadores automáticos	- 211 -
1.9.1.	Alcance de la protección por rociadores	- 212 -
1.9.2.	Componentes del sistema de rociadores	- 213 -
1.9.3.	Clasificación de rociadores	- 213 -
1.9.4.	Clasificación de las válvulas de control y alarma	- 214 -
1.9.5.	Clasificación de las conducciones	- 214 -
1.9.6.	Clasificación de riesgos	- 215 -
1.9.7.	Criterios de diseño hidráulicos	- 223 -
1.10.	Hidrantes exteriores	- 229 -

ANEXO II: ALUMBRADO PARKING EXTERIOR

ANEXO III: ALUMBRADO EVACUACIÓN INSTALACIONES INTERIORES

PROYECTO ACOMETIDA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN

1. MEMORIA

1.1. Antecedentes

Se redacta el presente proyecto de ACOMETIDA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN, por encargo del departamento de Ingeniería Eléctrica, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena, con domicilio social en Campus Muralla del Mar, C/ Dr. Fleming S/N. E-30202 (Cartagena), y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Murcia y del Excmo. Ayuntamiento de Águilas.

La finalidad de la línea en proyecto, es el suministro de energía eléctrica a un CENTRO COMERCIAL.

1.2. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red eléctrica de alta tensión que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red eléctrica.

1.3. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de la Cia. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

1.4. Descripción de la instalación

1.4.1. Trazado

La línea en proyecto entroncará en la parcela situada en Avda. Del Carnaval, 107, propiedad de Universidad Politécnica de Cartagena y finalizará en la misma parcela.

La longitud de la línea es de 100 m, y en su recorrido afecta sólo a terrenos de dominio público, todo dentro del Término Municipal de Águilas (Murcia).

1.4.2. Cruzamientos y paralelismos

No procede.

1.4.3. Clase de energía

Todas las características de la energía a transportar figuran en el anexo de cálculo del proyecto.

1.4.4. Materiales

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión (A.T.) deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435, UNE-EN 60071-1 y UNE-EN 60071-2. La tensión más elevada del material (U_m) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado (U_s). La tensión asignada del cable U_0/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (U_n), o tensión más elevada de la red (U_s), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra (categoría de la red: A, B o C).

1.4.5. Cables, empalmes y aparamenta eléctrica

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Podrán ser unipolares o tripolares.

Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc).

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el anexo de cálculo del proyecto.

1.4.6. Instalación de cables aislados

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Los cables se instalarán en la forma que se indica a continuación:

- En canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.

1.5. Puesta a tierra

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas

metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

En redes aéreas, todas las partes metálicas de los apoyos y herrajes serán conectadas a una toma de tierra en cada apoyo.

1.6. Protecciones

1.6.1. Protección contra sobreintensidades

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de c.c. o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra c.c. por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. no exceda de la máxima admisible asignada en c.c.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

1.6.2. Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el

cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 y ITC-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2, UNE-EN 60099-1 y UNE-EN 60099-4.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. Cálculos eléctricos

2.1.1. Previsión de potencia

$$P_i = 315,126 \text{ kW}$$

$$S_c = \frac{P}{\cos \rho} = 394,76 \text{ kVA}$$

$$S = 400 \text{ kVA}$$

2.1.2. Intensidad y densidad de corriente

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = 11,55 \text{ A}$$

$$\delta = \frac{I}{S'} = 0,048 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

Donde:

$$U = 20 \text{ kV}$$

$$S' = 240 \text{ mm}^2$$

2.1.3. Caída de tensión

$$\Delta U(V) = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \rho + X \cdot \sin \rho) = 0,44 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V) \cdot 100}{U} = 0,0022 \%$$

Donde:

$$L = 100 \text{ m}$$

$$R = 0,169 \Omega/\text{km}$$

$$X = 0,105 \Omega/\text{km}$$

2.1.4. Capacidad de transporte y potencia máxima de transporte

$$P \cdot L = \frac{U^2}{100 \cdot (R + X \cdot \tan \rho)} \cdot e = 80,73 \text{ MW} \cdot \text{km}$$

$$P = \frac{P \cdot L}{L} = 807,3 \text{ MW}$$

Donde:

$e = 5\%$ (Caída de tensión máxima admisible Iberdrola)

2.1.5. Intensidad de cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = 10,10 \text{ kA}$$

Donde:

$S_{cc} = 350 \text{ MVA}$ (Potencia de cortocircuito)

2.1.6. Intensidad máxima admisible en cortocircuito

$$I_{cc,max} = \delta_{max} \cdot S' = 31,92 \text{ kA} \text{ (Duración del cortocircuito } 0,5s)$$

$$I_{cc,max} = \delta_{max} \cdot S' = 12,96 \text{ kA} \text{ (Duración del cortocircuito } 3s)$$

2.1.7. Resultados

Tipo de conductor: **HEPRZ1 12/20 Kv 3x(1x240mm²) K Al + H16mm²**

Intensidad admisible conductor: **345 A**

Intensidad de corriente nominal: **11,55 A**

Densidad de corriente: **0,048 A/mm²**

Caída de tensión: **0,44 V ; 0,002 %**

Caída de tensión máxima admisible Iberdrola: **5%**

Capacidad de transporte: **80,73 MW·km**

Potencia máxima de transporte: **807,3 MW**

Intensidad de cortocircuito: **10,10 kA**

Intensidad máxima admisible conductor en cortocircuito ($T_{corto}=0,5s$): **31,92 kA**

Intensidad máxima admisible conductor en cortocircuito ($T_{corto}=3s$): **12,96 kA**

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. Condiciones técnicas para la obra civil y montaje de las líneas eléctricas de alta tensión con conductores aislados

3.1.1. Preparación y programación de la obra

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

3.1.2. Zanjas

3.1.2.1. Zanjas en tierra

3.1.2.1.1. Ejecución

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de

urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes, como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados)

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados)

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada)

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable"

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

3.1.2.1.2. Dimensiones y condiciones generales de ejecución

3.1.2.1.2.1. Zanja normal para media tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

3.1.2.1.2.2. Zanja para media tensión en terreno con servicios

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

3.1.2.1.2.3. Zanja con más de una banda horizontal

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

3.1.2.2. Zanjas en roca

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

3.1.2.3. Zanjas anormales y especiales

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

3.1.2.4. Rotura de pavimentos

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

3.1.2.5. Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

3.1.3. Galerías

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

3.1.3.1. Galerías visitables

- Limitación de servicios existentes

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones

más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

3.1.3.2. Galerías o zanjas registrables

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

3.1.4. Atarjeas o canales revisables

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

3.1.5. Bandejas, soportes, palomillas o sujeciones directas a la pared

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con al ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura

mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

3.1.6. Cruzamientos, proximidades y paralelismos

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- a) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- b) Para el cruce de ferrocarriles.
- c) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- d) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- e) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

3.1.6.1. Materiales

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

- b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

3.1.6.2. Dimensiones y características generales de ejecución

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado, responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma, se queden de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos, se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro

exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

3.1.6.3. Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones

3.1.6.3.1. Cruzamientos

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

3.1.6.3.2. Proximidades y paralelismos

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

3.1.6.3.3. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

3.1.7. Tendido de cables

3.1.7.1. Tendido de cables en zanja abierta

3.1.7.1.1. Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

3.1.7.1.2. Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes,

así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas

deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

3.1.7.2. Tendido de cables en galería o tubulares

3.1.7.2.1. Tendido de cables en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

3.1.7.2.2. Tendido de cables en galería

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

3.1.8. Montajes

3.1.8.1. Empalmes

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las

indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de un deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

3.1.8.2. Botellas terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

3.1.8.3. Autoválvulas y seccionador

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω .

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm de \varnothing inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

3.1.8.4. Herrajes y conexiones

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

3.1.8.5. Colocación de soportes y palomillas

3.1.8.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

3.1.8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

3.1.9. Conversiones aéreo-subterráneas

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.
- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.
- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.
- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

3.1.10. Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

3.1.11. Aseguramiento de la calidad

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

3.1.12. Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1. MEMORIA

1.1. Antecedentes

Se redacta el presente proyecto de CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, por encargo del departamento de Ingeniería Eléctrica, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena, con domicilio social en Campus Muralla del Mar, C/ Dr. Fleming S/N. E-30202 (Cartagena), y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Murcia y del Excmo. Ayuntamiento de Águilas.

La finalidad del Centro de Transformación Media Tensión/Baja Tensión, es el suministro de energía eléctrica a un CENTRO COMERCIAL.

1.2. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que el centro de transformación MT/BT que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

1.3. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus ITC.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- Normalización Nacional. Normas UNE.

- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

1.4. Emplazamiento

El Centro de Transformación se halla ubicado en la localidad de Águilas (Murcia).

Se accederá al CT, directamente desde una vía pública o, excepcionalmente, desde una vía privada, con la correspondiente servidumbre de paso.

1.5. Características generales del centro de transformación

El centro de transformación objeto del presente proyecto será prefabricado de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica.

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora de Electricidad IBERDROLA.

Las celdas a emplear serán compactas de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF₆).

1.6. Programa de necesidades y potencia instalada

Se precisa el suministro de energía eléctrica para alimentar a un Centro Comercial, a una tensión de 400/230 V y con una potencia máxima demanda de 315,13 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de 400 kVA.

1.7. Obra civil

1.7.1. Local

El Centro estará ubicado en una caseta o envolvente independiente destinada únicamente a esta finalidad. En ella se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos.

Para el diseño de este centro de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

1.7.2. Edificio de transformación

El edificio prefabricado de hormigón está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanquidad queda garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/cm². La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión.

1.7.3. Cimentación

Para la ubicación del centro de transformación prefabricado se realizará una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm. de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm², de tal manera que los edificios o instalaciones anejas al CT y situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

1.7.4. Solera, pavimento y cerramientos exteriores

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT, BT y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

Los CT tendrán un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas.

1.7.5. Cubierta

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguardo directamente al exterior desde su perímetro.

1.7.6. Pinturas

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

1.7.7. Varios

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m².
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m² (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m².

1.8. Instalación eléctrica

1.8.1. Red alimentación

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según lista 2 (ITC-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.8.2. Aparamenta alta tensión

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparamenta del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (U_n):

$U_n \leq 20$ kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 125 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

El transformador es trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural en aceite. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del transformador.

La conexión entre las celdas Alta Tensión y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de $10(D+d)$, siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

1.8.3. Aparamenta baja tensión

El cuadro de baja tensión tipo UNESA posee en su zona superior un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar que evita la entrada de agua al interior. Dentro de este compartimento existen 4 pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. Más abajo existe un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida (5). Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Cuando son necesarias más de 5 salidas en baja tensión se permite ampliar el cuadro reseñado mediante módulos de las mismas características, pero sin compartimento superior de acometida.

La conexión entre el transformador y el cuadro baja tensión se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 240 mm².

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas alta tensión.

1.9. Medida de la energía eléctrica

En centros de distribución pública no se efectúa medida de energía en media tensión.

1.10. Puesta a tierra

1.10.1. Tierra de protección

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

1.10.2. Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

1.11. Instalaciones secundarias

1.11.1. Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

1.11.2. Protección contra incendios

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de reacción al fuego de materiales de suelos, paredes y techos será A1 según la clasificación europea de los productos para la construcción.

1.11.3. Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

1.11.4. Medidas de seguridad

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al centro de transformación llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al centro de transformación y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del centro de transformación se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el centro de transformación, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos.

Para realizar maniobras en alta tensión el centro de transformación dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. Intensidad en alta tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p); \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
Transformador 1	400	20	11.55

2.2. Intensidad en baja tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario I_s viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s); \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

U_s = Tensión compuesta secundaria en V.

I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	I_s (A)
Transformador 1	400	400	577.37

2.3. Cortocircuitos

2.3.1. Observaciones

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

2.3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p); \quad \text{siendo:}$$

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s); \text{ siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc} (\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

2.3.3. Cortocircuito en el lado de alta tensión

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

S_{cc} (MVA)	U_p (kV)	I_{ccp} (kA)
350	20	10.1

2.3.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
Trafo 1	400	400	4	14.43

2.4. Dimensionado del embarrado

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 400 A.

Límite térmico, 1 s. : 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico : 40 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

2.4.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\max} \geq (I_{ccp}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ siendo:}$$

σ_{\max} = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

2.4.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}, \text{ siendo:}$$

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 16 \text{ kA durante } 1 \text{ s.}$$

2.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección transformador

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
400	40

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Protección en baja tensión

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 5 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del transformador al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el transformador, cuya potencia es de 400 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 2 conductores por fase y 1 para el neutro.

2.6. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / (0,24 \cdot k \cdot \sqrt{(h \cdot \Delta T^3)}), \text{ siendo:}$$

W_{cu} = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

S_r = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

2.7. Dimensionado del pozo apagafuegos

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

2.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.8.1. Investigación de las características del suelo

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 Wxm.

2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 400.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

2.8.3. Diseño de la instalación de tierra

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 W.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 20000 \text{ V}$
- Puesta a tierra del neutro:
 - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{bt} = 10000 \text{ V}$
- Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωm): 150
 - ρ_H hormigón (Ωm): 3000

Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_E), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho \text{ } (\Omega)$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{d\text{máx}} \text{ (A)}$$

- Aumento del potencial de tierra, U_E :

$$U_E = R_t \cdot I_d \text{ (V)}$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/82
- Geometría: Anillo
- Dimensiones (m): 5x2.5
- Profundidad del electrodo (m): 0.5
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas (m): 2

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r \text{ } (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.085$
- De la tensión de paso, $K_p \text{ } (\text{V}/((\Omega\text{m})\text{A})) = 0.0191$

- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega \cdot m)A)) = 0.0386$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.085 \cdot 150 = 12.75 \, \Omega$$

$$I_d = I_{d\max} = 400 \, A$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 12.75 \cdot 400 = 5100 \, V$$

Tierra de servicio

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5
- Número de picas: 3
- Longitud de las picas (m): 2
- Separación entre picas (m): 3

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega \cdot m) = 0.135$

Sustituyendo valores:

$$R_{t_{\text{neutro}}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \, \Omega$$

2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0191 \cdot 150 \cdot 400 = 1146 \, V$$

2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_p(\text{acc}) = K_c \cdot r \cdot I_d = 0.0386 \cdot 150 \cdot 400 = 2316 \text{ V}$$

2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) \text{ V}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H) / 1000) \text{ V}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)]$$

$$t = t' + t'' \text{ s}$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_p(\text{acc})$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωm .

ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωm .

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000) / 1000) = 23871.4 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0 + 0,106)] = 1$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'_p = 1146 \text{ V.}$	\leq	$U_p = 9746.8 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U'_p(\text{acc}) = 2316 \text{ V.}$	\leq	$U_p(\text{acc}) = 23871.4 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 5100 \text{ V.}$	\leq	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 400 \text{ A.}$	$>$	

2.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (D_{n-p}), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n-p} \geq (\rho \cdot I_d) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 400) / (2000 \cdot \pi) = 9.55 \text{ m.}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

2.8.9. Corrección del diseño inicial

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. Condiciones técnicas para la obra civil y montaje de centros de transformación de interior prefabricados

3.1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

3.1.2. Obra civil

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

3.1.2.1. Emplazamiento

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

3.1.2.2. Excavación

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

3.1.2.3. Acondicionamiento

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.

- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

3.1.2.4. Edificio prefabricado de hormigón

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad

entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

3.1.2.5. Evacuación y extinción del aceite aislante

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además se puedan inspeccionar.

3.1.2.6. Ventilación

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

3.1.3. Instalación eléctrica

3.1.3.1. Aparamenta alta tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF_6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF_6 confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien

sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF₆ resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexiadas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

$Un \leq 20 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 125 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

$20 \text{ kV} < Un \leq 30 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

3.1.3.2. Transformadores

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.1.3.3. Equipos de medida

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las

celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.1.3.4. Acometidas subterráneas

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

3.1.3.5. Alumbrado

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

3.1.3.6. Puestas a tierra

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

3.1.4. Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra

En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

3.1.5. Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

3.1.6. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

3.1.6.1. Prevenciones generales

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.

- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

3.1.6.2. Puesta en servicio

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

3.1.6.3. Separación de servicio

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

3.1.6.4. Mantenimiento

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos,

y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

3.1.7. Certificados y documentación

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

3.1.8. Libro de órdenes

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

3.1.9. Recepción de la obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

PROYECTO INSTALACIONES ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN

1. MEMORIA

1.1. Antecedentes

Se redacta el presente proyecto de INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN, por encargo del departamento de Ingeniería Eléctrica, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena, con domicilio social en Campus Muralla del Mar, C/ Dr. Fleming S/N. E-30202 (Cartagena), y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Murcia y del Excmo. Ayuntamiento de Águilas.

1.2. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red eléctrica de alta tensión que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red eléctrica.

1.3. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.4. Instalaciones eléctricas de enlace

1.4.1. Acometidas

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida será:

- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, enterrados bajo tubo.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

1.4.2. Cajas generales de protección

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Cuando la acometida sea subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación.

Las cajas generales de protección a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

1.4.3. Líneas generales de alimentación

Es la línea que enlaza la Caja General de Protección con la Centralización de Contadores que alimenta. Está regulada por la ITC-BT-14.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.

Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común. Cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común.

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm² en cobre o 16 mm² en aluminio.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 cumplen con esta prescripción.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible. La caída de tensión máxima permitida será:

- Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5 por 100.
- Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1 por 100.

1.4.4. Contadores: Ubicación y sistemas de instalación

1.4.4.1. Generalidades

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, estarán ubicados en:

- Módulos (cajas con tapas precintables).

Todos ellos constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 y UNE-EN 50.102, respectivamente:

- Para instalaciones de tipo interior: IP40; IK 09.

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Los módulos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

Las dimensiones de los módulos, serán las adecuadas para el tipo y número de contadores así como del resto de dispositivos necesarios para la facturación de la energía, que según el tipo de suministro deban llevar.

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalarán antes del contador y se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre.

1.4.4.2. Formas de colocación

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica de cada uno de los usuarios y de los servicios generales del edificio, podrán concentrarse en uno o varios lugares, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un armario o local adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación.

En función de la naturaleza y número de contadores, así como de las plantas del edificio, la concentración de los contadores se situará de la forma siguiente:

- En edificios de hasta 12 plantas se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano. En edificios superiores a 12 plantas se podrá concentrar por plantas intermedias, comprendiendo cada concentración los contadores de 6 o más plantas.
- Podrán disponerse concentraciones por plantas cuando el número de contadores en cada una de las concentraciones sea superior a 16.

1.4.4.2.1. En local

Cuando el número de contadores a instalar sea superior a 16, será obligatoria su ubicación en local.

Este local que estará dedicado única y exclusivamente a este fin podrá, además, albergar por necesidades de la Compañía Eléctrica para la gestión de los suministros que parten de la centralización, un equipo de comunicación y adquisición de datos, a instalar por la Compañía Eléctrica, así como el cuadro general de mando y protección de los servicios comunes del edificio, siempre que las dimensiones reglamentarias lo permitan.

El local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece el CTE DB SI para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Será de fácil y libre acceso, tal como portal o recinto de portería y el local nunca podrá coincidir con el de otros servicios tales como cuarto de calderas, concentración de contadores de agua, gas, telecomunicaciones, maquinaria de ascensores o de otros como almacén, cuarto trastero, de basuras, etc.
- No servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.
- Estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.
- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.
- Cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.
- Las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón de medio pie de ladrillo hueco.
- El local tendrá una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en el CTE DB SI para locales de riesgo especial bajo.
- La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70 x 2 m, su resistencia al fuego corresponderá a lo establecido para puertas de locales de riesgo especial bajo en el CTE DB SI y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.

- Dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.
- En el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio.

1.4.4.3. Concentración de contadores

Las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

La colocación de la concentración de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere 1,80 m.

Las concentraciones estarán formadas, eléctricamente, por las siguientes unidades funcionales:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra.

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Será obligatoria para concentraciones de más de dos usuarios. Esta unidad se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte onipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos. Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores. Cuando exista más de una línea general de alimentación se colocará un interruptor por cada una de ellas. El interruptor será, como mínimo, de 160 A para previsiones de carga hasta 90 kW, y de 250 A para las superiores a ésta, hasta 150 kW.

- Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad.

Contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

- Unidad funcional de medida.

Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

- Unidad funcional de mando (opcional).

Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

- Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida.

Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual así como los bornes de salida de las derivaciones individuales. El embarrado de protección, deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

- Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional).

Contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.

1.4.5. Derivaciones individuales

Es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios. Se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes. Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego EI 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en el CTE DB SI, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por el CTE DB SI. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, EI 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica, se ajustarán a la siguiente tabla:

<u>Nº Derivaciones</u> <u>filas)</u>	<u>Anchura L (m)</u>	
	<u>Profundidad = 0,15 m (una fila)</u>	<u>Profundidad = 0,30 m (dos</u>
Hasta 12	0,65	0,50
13-24	1,25	0,65
25-36	1,85	0,95
36-48	2,45	1,35

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares,

siendo su tensión asignada 450/750 V. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.

1.4.6. Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario (junto a la puerta de entrada). En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 - 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte onnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

"Ra" es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

"Ia" es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada). Su valor será de 30 mA.

"U" es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local (según ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario. Cuando la instalación se alimente por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación (situación controlada).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla siguiente, según su categoría.

<u>Tensión nominal de la instalación (V)</u>		<u>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</u>			
Sistemas III	/	Sistemas II	Cat. IV	/	Cat. III / Cat. II / Cat. I
230/400		230	6	4	2,5 1,5

Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc).

Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).

Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc).

Categoría IV: Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, aparatos de telemedida, etc).

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla anterior, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural (bajo riesgo de sobretensiones, debido a que la instalación está

alimentada por una red subterránea en su totalidad), cuando el riesgo sea aceptable.

- En situación controlada, si la protección a sobretensiones es adecuada.

1.5. Instalaciones interiores

1.5.1. Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

1.5.2. Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

1.5.3. Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación,

por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

1.5.4. Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

1.5.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación de aislamiento (MΩ)</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resistencia</u>
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

1.5.6. Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

1.5.7. Sistemas de instalación

1.5.7.1. Prescripciones generales

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

1.5.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los

especificados por el fabricante conforme a UNE-EN

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

1.5.7.3. Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

1.5.7.4. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

1.6. Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de

funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

1.7. Protección contra sobretensiones

1.7.1. Categorías de las sobretensiones

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

<u>Tensión nominal instalación</u>		<u>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</u>			
<u>Sistemas III</u>	<u>Sistemas II</u>	<u>Categoría IV</u>	<u>Categoría III</u>	<u>Categoría II</u>	<u>Categoría I</u>
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000		8	6	4	2,5

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartament: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc).

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

1.7.2. Medidas para el control de las sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

1.7.3. Selección de los materiales en la instalación

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

1.8. Protección contra contactos directos e indirectos

1.8.1. Protección contra contactos directos

Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del

hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- O bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- O bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

1.9. Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente

diferencial-residual asignada.

- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

1.10. Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

1.10.1. Uniones a tierra

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos;
- Pletinas, conductores desnudos;
- Placas;
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no

aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización

de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores, o
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

1.10.2. Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

1.10.3. Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

1.10.4. Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

1.10.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($<100 \text{ ohmios.m}$). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

1.10.6. Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

1.11. Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envoltentes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

1.12. Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. Tensión nominal y caídas de tensión máximas admisibles

- Tensión nominal en sistema monofásico (U): $U = 230 \text{ V}$
- Tensión nominal en sistema trifásico (U): $U = 400 \text{ V}$
- Caídas de tensión parcial y total máximas admisibles ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$, $\Delta U_{\text{total,max.}}$):

Línea general de alimentación

(contadores totalmente centralizados): $\Delta U_{\text{total,max.}} = 0,5 \%$

Derivación individual

(contadores totalmente centralizados): $\Delta U_{\text{parcial,max.}} = 1 \%$ $\Delta U_{\text{total,max.}} = 1,5 \%$

Receptores de alumbrado: $\Delta U_{\text{parcial,max.}} = 3 \%$ $\Delta U_{\text{total,max.}} = 4,5 \%$

Receptores de fuerza: $\Delta U_{\text{parcial,max.}} = 5 \%$ $\Delta U_{\text{total,max.}} = 6,5 \%$

2.2. Fórmulas utilizadas

- Cálculo de la intensidad en sistema trifásico:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \text{amperios (A)}$$

- Cálculo de la intensidad en sistema monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \text{amperios (A)}$$

- Temperatura del conductor (T):

$$T = T_0 + \left[(T_{\text{max}} - T_0) \cdot \left(\frac{I_c}{I_{\text{adm}}} \right)^2 \right] = \text{grados centígrados (°C)}$$

- Resistividad del conductor a la temperatura (T) de funcionamiento (φ):

$$\varphi = \varphi_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)] = \left(\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$$

- Conductividad del conductor a la temperatura (T) de funcionamiento (γ):

$$\gamma = \frac{1}{\varphi} = \left(\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right)$$

- Cálculo de la caída de tensión en sistema trifásico en voltios:

$$\Delta U \text{ (V)} = \frac{L \cdot P_c}{\gamma \cdot U \cdot S} = \text{voltios (V)}$$

- Cálculo de la caída de tensión en sistema monofásico en voltios:

$$\Delta U (V) = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\gamma \cdot U \cdot S} = \text{voltios (V)}$$

- Cálculo de la caída de tensión en sistema monofásico y trifásico en tanto por ciento:

$$\Delta U (\%) = \frac{\Delta U (V) \cdot 100}{U} = \text{voltios (\%)}$$

En donde:

P_c = Potencia de cálculo en Watios (W).

L = Longitud de cálculo en metros (m).

ΔU = Caída de tensión en Voltios (V).

γ = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios (A).

U = Tensión de servicio en Voltios (V). (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en milímetros cuadrados (mm²).

$\cos\phi$ = Coseno del ángulo ϕ entre la tensión y la intensidad. Factor de potencia.

η = Rendimiento. (Para líneas de motor).

Siendo,

γ = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ϕ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ϕ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$Cu = 0.018$

$Al = 0.029$

α = Coeficiente de temperatura:

$Cu = 0.00392$

$Al = 0.00403$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25 °C

Cables al aire = 40 °C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90 °C

PVC = 70 °C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{adm} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores

automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas Resistencia Tierra

Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

r : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

r : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2r + L_p/r + P/0,8r)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

r : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

L_p : Longitud total de las picas (m)

P : Perímetro de las placas (m)

2.3. Potencia total instalada

Previsión de Cargas de Locales Comerciales según Potencia Prevista REBT ITC BT 10 3.3 (100 W/m2) / Potencia Instalada					
Local	Superficie útil (m2)	Planta	Uso	Potencia Prevista(kW)	Potencia Instalada(kW)
1	258,35	Baja	Cafetería-Restaurante	25,835	38,256
2	816,76	Baja	Supermercado	81,676	68,104
3	229,51	Primera	Comercio exento	22,951	22,951
4	290,68	Primera	Comercio exento	29,068	29,068
5	219,83	Primera	Comercio exento	21,983	21,983
6	104,07	Primera	Comercio exento	10,407	10,407
7	104,07	Primera	Comercio exento	10,407	10,407
8	210,09	Segunda	Comercio exento	21,009	21,009
9	215,53	Segunda	Comercio exento	21,553	21,553
10	222,13	Segunda	Comercio exento	22,213	22,213
11	82,43	Segunda	Comercio exento	8,243	8,243
12	82,43	Segunda	Comercio exento	8,243	8,243
Servicios Generales					19,117
TOTAL	2835,88				315,126

Cargas CGP	Potencia (kW)	
Centralización 1 (Locales 1ª Planta)	94,816	176,492 kW
Módulo MI (Supermercado)	81,676	
Centralización 2 (Locales 2ª Planta + Servicios Generales)	100,378	131,699 kW
Módulo MI (Cafetería-Restaurante)	31,321	

2.4. Relación de receptores de alumbrado

2.4.1. Cafetería-Restaurante

Identificación	Receptor	Unidades	Potencia (W)	Alimentación
Alumbrado salón sector 1, encendido 1	Plafón liso LED 44W	5	220	Monofásica
Alumbrado salón sector 1, encendido 2	Plafón liso LED 44W	4	176	Monofásica
Alumbrado salón sector 2, encendido 1	Plafón liso LED 44W	5	220	Monofásica
Alumbrado salón sector 2, encendido 2	Plafón liso LED 44W	4	176	Monofásica
Alumbrado salón sector 3, encendido 1	Plafón liso LED 44W	5	220	Monofásica
Alumbrado salón sector 3, encendido 2	Plafón liso LED 44W	4	176	Monofásica
Alumbrado almacén	Pantalla estanca LED 51,5W	1	51,5	Monofásica
Alumbrado cocina	Pantalla estanca LED 51,5W	4	206	Monofásica
Alumbrado barra	Plafón liso LED 44W	4	176	Monofásica
Alumbrado distribuidor	Downlight LED 35W	2	71,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado lavabos aseos masculinos	Plafón liso LED 44W	1	61,2	Monofásica
	Downlight LED 8W	2		
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado aseo masculino	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado aseo minusválido masculino	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado lavabos aseos femeninos	Plafón liso LED 44W	1	61,2	Monofásica
	Downlight LED 8W	2		
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado aseo femenino	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado aseo minusválido femenino	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado letrero 1	Tubo LED 14W	6	84	Monofásica
Alumbrado letrero 2	Tubo LED 14W	6	84	Monofásica
Alumbrado letrero 3	Tubo LED 14W	6	84	Monofásica
Alumbrado letrero 4	Tubo LED 14W	6	84	Monofásica
Emergencias salón sector 1, aseos y almacén	Emergencia LED 5W	11	55	Monofásica
Emergencias salón sector 2, barra y cocina	Emergencia LED 5W	5	25	Monofásica
Emergencias salón sector 3	Emergencia LED 5W	4	20	Monofásica

2.4.2. Supermercado

Identificación	Receptor	Unidades	Potencia (W)	Alimentación
Alumbrado zona ventas sector 1, encendido 1	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado zona ventas sector 1, encendido 2	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado zona ventas sector 1, encendido 3	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado zona ventas sector 2, encendido 1	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado zona ventas sector 2, encendido 2	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado zona ventas sector 2, encendido 3	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado zona ventas sector 3, encendido 1	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado zona ventas sector 3, encendido 2	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado zona ventas sector 3, encendido 3	Plafón liso LED 44W	7	308	Monofásica
Alumbrado carnicería	Downlight LED 35W	6	210	Monofásica
Alumbrado cámara congelación carnicería	Pantalla estanca LED 51,5W	1	51,5	Monofásica
Alumbrado cámara mantenimiento carnicería	Pantalla estanca LED 51,5W	1	51,5	Monofásica
Alumbrado pescadería	Downlight LED 35W	6	210	Monofásica
Alumbrado cámara congelación pescadería	Pantalla estanca LED 51,5W	2	51,5	Monofásica
Alumbrado cámara mantenimiento pescadería	Pantalla estanca LED 51,5W	2	51,5	Monofásica
Alumbrado almacén sector 1	Pantalla estanca LED 51,5W	4	206	Monofásica
Alumbrado almacén sector 2	Pantalla estanca LED 51,5W	4	206	Monofásica
Alumbrado cámara congelación almacén	Pantalla estanca LED 51,5W	1	51,5	Monofásica
Alumbrado cámara mantenimiento almacén	Pantalla estanca LED 51,5W	1	51,5	Monofásica
Alumbrado distribuidor vestuarios	Downlight LED 35W	3	105	Monofásica
Alumbrado vestuarios masculinos	Plafón liso LED 44W	1	95	Monofásica
	Downlight LED 35W	1		
	Downlight LED 8W	2		
Alumbrado aseo vestuarios masculinos	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2W	1		
Alumbrado vestuarios femeninos	Plafón liso LED 44W	1	95	Monofásica
	Downlight LED 35W	1		
	Downlight LED 8W	2		
Alumbrado aseo vestuarios femeninos	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2W	1		
Alumbrado distribuidor aseos	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2W	1		
Alumbrado aseo masculino	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2W	1		
Alumbrado aseo femenino	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2W	1		
Alumbrado oficina	Plafón liso LED 44W	2	88	Monofásica
Alumbrado zona descanso	Plafón liso LED 44W	1	44	Monofásica
Alumbrado letrero 1	Tubo LED 14W	6	84	Monofásica

Alumbrado letrero 2	Tubo LED 14W	6	84	Monofásica
Alumbrado letrero 3	Tubo LED 14W	6	84	Monofásica
Alumbrado letrero 4	Tubo LED 14W	6	84	Monofásica
Emergencias zona ventas sector 1, sección carnicería, sección pescadería, vestuarios y almacén	Emergencia LED 5W	18	90	Monofásica
Emergencias zona ventas sector 2, aseos, zona descanso y oficina	Emergencia LED 5W	13	65	Monofásica
Emergencias zona ventas sector 3	Emergencia LED 5W	6	30	Monofásica

2.4.3. Servicios Generales

Identificación	Receptor	Unidades	Potencia (W)	Alimentación
Alumbrado parking, encendido 1	Farola LED 131W	7	1530,2	Monofásica
	Proyector LED 102,2W	6		
Alumbrado parking, encendido 2	Farola LED 131W	6	1501,4	Monofásica
	Proyector LED 102,2W	7		
Alumbrado parking, encendio 3	Farola LED 131W	6	1501,4	Monofásica
	Proyector LED 102,2W	7		
Alumbrado exterior planta baja	Proyector LED 102,2W	5	595	Monofásica
	Plafón superficie LED 12W	7		
Alumbrado cuarto de contadores	Pantalla estanca LED 51,5W	1	51,5	Monofásica
Alumbrado cuarto instalación PCI	Pantalla estanca LED 51,5W	1	51,5	Monofásica
Alumbrado cuarto limpieza	Pantalla estanca LED 51,5W	1	51,5	Monofásica
Alumbrado pasillo primera planta sector 1, encendido 1	Downlight LED 35W	6	210	Monofásica
Alumbrado pasillo primera planta sector 1, encendido 2	Downlight LED 35W	6	210	Monofásica
Alumbrado pasillo primera planta sector 2, encendido 1	Downlight LED 35W	6	210	Monofásica
Alumbrado pasillo primera planta sector 2, encendido 2	Downlight LED 35W	6	210	Monofásica
Alumbrado pasillo primera planta sector 3, encendido 1	Downlight LED 35W	5	175	Monofásica
Alumbrado pasillo primera planta sector 3, encendido 2	Downlight LED 35W	5	175	Monofásica
Alumbrado escaleras	Plafón superficie LED 28W	8	224	Monofásica
Alumbrado lavavos aseos masculinos primera planta	Plafón liso LED 44W	1	61,2	Monofásica
	Downlight LED 8W	2		
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado aseo masculino primera planta	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado aseo minusválido masculino primera planta	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica
	Detector movimiento 1,2	1		
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado lavavos aseos femeninos primera planta	Plafón liso LED 44W	1	61,2	Monofásica
	Downlight LED 8W	2		
	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado aseo femenino primera planta	Downlight LED 35W	1	36,2	Monofásica

	Detector movimiento 1,2	1		
Alumbrado aseo minusválido femenino primera planta	Downlight LED 35W Detector movimiento 1,2	1 1	36,2	Monofásica
Alumbrado pasillo segunda planta sector 1, encendido 1	Downlight LED 35W	3	105	Monofásica
Alumbrado pasillo segunda planta sector 1, encendido 2	Downlight LED 35W	3	105	Monofásica
Alumbrado pasillo segunda planta sector 2, encendido 1	Downlight LED 35W	3	105	Monofásica
Alumbrado pasillo segunda planta sector 2, encendido 2	Downlight LED 35W	3	105	Monofásica
Alumbrado pasillo segunda planta sector 3, encendido 1	Downlight LED 35W	3	105	Monofásica
Alumbrado pasillo segunda planta sector 3, encendido 2	Downlight LED 35W	3	105	Monofásica
Alumbrado lavavos aseos masculinos segunda planta	Plafón liso LED 44W Downlight LED 8W Detector movimiento 1,2	1 2 1	61,2	Monofásica
Alumbrado aseo masculino segunda planta	Downlight LED 35W Detector movimiento 1,2	1 1	36,2	Monofásica
Alumbrado aseo minusválido masculino segunda planta	Downlight LED 35W Detector movimiento 1,2	1 1	36,2	Monofásica
Alumbrado lavavos aseos femeninos segunda planta	Plafón liso LED 44W Downlight LED 8W Detector movimiento 1,2	1 2 1	61,2	Monofásica
Alumbrado aseo femenino segunda planta	Downlight LED 35W Detector movimiento 1,2	1 1	36,2	Monofásica
Alumbrado aseo minusválido femenino segunda planta	Downlight LED 35W Detector movimiento 1,2	1 1	36,2	Monofásica
Emergencias pasillo primea y segunda planta sector 1, aseos primera planta, cuartos (contadores, PCI y limpieza)	Emergencia LED 5W	15	75	Monofásica
Emergencias pasillo primea y segunda planta sector 2, aseos segunda planta	Emergencia LED 5W	16	80	Monofásica
Emergencias pasillo primea y segunda planta sector 3	Emergencia LED 5W	7	35	Monofásica

2.5. Relación de receptores de fuerza

2.5.1. Cafetería-Restaurante

Receptor	Potencia (kW)	Alimentación	Receptor	Potencia (kW)	Alimentación
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios	Previsión	Monofásica
Termo	1,8	Monofásica	Exprimidor naranjas	0,22	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Vitrina caliente	1,5	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Televisión	0,55	Monofásica
Lavavajillas	6,75	Trifásica	Expositor helados	0,68	Monofásica
Armario refrigeración	0,575	Monofásica	Botellero vinos	0,35	Monofásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica	Usos varios	Previsión	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Motor puerta automática	0,18	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Televisión	0,55	Monofásica
Licuada	0,4	Monofásica	Usos varios	Previsión	Monofásica
Microondas	1	Monofásica	Televisión	0,55	Monofásica
Horno	6,4	Trifásica	Secamanos	1,2	Monofásica
Campana extracción	0,736	Monofásica	Extractor baño	0,029	Monofásica
Lavavasos	2,5	Monofásica	Extractor baño	0,029	Monofásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica	Secamanos	1,2	Monofásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica	Extractor baño	0,029	Monofásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica	Secamanos	1,2	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Extractor baño	0,029	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Extractor baño	0,029	Monofásica
Tostador	2,7	Monofásica	Secamanos	1,2	Monofásica
Microondas	1	Monofásica	Extractor baño	0,029	Monofásica
Chocolatera	1	Monofásica	Split cassette inverter	3,58	Trifásica
Cafetera	3,6	Trifásica	Split cassette inverter	3,58	Trifásica
Molino café	0,33	Monofásica	Split cassette inverter	3,58	Trifásica

2.5.2. Supermercado

Receptor	Potencia (kW)	Alimentación	Receptor	Potencia (kW)	Alimentación
Cámara congelación almacén	1,3	Trifásica	Cámara conservadora	0,269	Monofásica
Cámara mantenimiento almacén	0,75	Trifásica	Cámara conservadora	0,269	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Motor puerta automática	0,018	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios	Previsión	Monofásica
Motor puerta automática	0,018	Monofásica	Usos varios	Previsión	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios	Previsión	Monofásica
Motor puerta automática	0,018	Monofásica	Vitrina mural carnicería	0,98	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Vitrina mural carnicería	0,98	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Vitrina mostrador carnicería	0,88	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios carnicería	Previsión	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios carnicería	Previsión	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica	Cortadora de fiambre	0,44	Trifásica
Extractor baño	0,029	Monofásica	Sierra de cinta	3	Trifásica
Secamanos	1,2	Monofásica	Picadora de carne	1,1	Trifásica
Extractor baño	0,029	Monofásica	Usos varios carnicería	Previsión	Monofásica
Termo	1,8	Monofásica	Cámara mantenimiento carnicería	0,75	Trifásica
Extractor baño	0,029	Monofásica	Cámara congelación carnicería	1,3	Trifásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios carnicería	Previsión	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica	Vitrina mostrador carnicería	0,88	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica	Vitrina mural	0,98	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Vitrina mural	0,98	Monofásica
Termo	1,8	Monofásica	Vitrina mural	0,98	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica	Vitrina mural	0,98	Monofásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios pescadería	Previsión	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica	Usos varios pescadería	Previsión	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica	Sierra de cinta	3	Trifásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios pescadería	Previsión	Monofásica
Motor puerta automática	0,018	Monofásica	Cámara congelación pescadería	1,3	Trifásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Cámara mantenimiento pescadería	0,75	Trifásica
Usos varios	Previsión	Monofásica	Usos varios pescadería	Previsión	Monofásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica	Vitrina mural pescadería	1,875	Monofásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica	Climatización 1	13,55	Trifásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica	Climatización 2	13,55	Trifásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica	Climatización 3	13,55	Trifásica
Cámara conservadora	0,269	Monofásica			

2.5.3. Servicios generales

Receptor	Potencia (kW)	Alimentación
Usos varios cuarto contadores	Previsión	Monofásica
Usos varios cuarto limpieza	Previsión	Monofásica
Usos varios cuarto PCI	Previsión	Monofásica
Usos varios primera planta	Previsión	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Usos varios primera planta	Previsión	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Secamanos	1,2	Monofásica
Extractor baño	0,029	Monofásica
Ascensor	0,5	Monofásica
Climatización Planta Primera	5,72	Trifásica
Climatización Planta Segunda	5,72	Trifásica

2.6. Instalaciones eléctricas de enlace

2.6.1. Acometidas subterráneas de baja tensión

Acometida subterránea 1 (CUADRO BAJA TENSIÓN DEL CT A CGP 1)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: D-Unipolares enterrados en tubo.
- Longitud (L): 70 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 176492 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $176492 \cdot 1 = 176492$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 283,05 A.
- Se eligen conductores unipolares $2 \times [3 \times 150 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2]$ Al.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: XZ1 (S).
- Intensidad máxima admisible a 25°C ($F_c=0,96$) ($I_{adm.}$): $2 \cdot 230 \text{ A} \cdot 0,96 = 441,6$ A, (Según MT 2.51.01).
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 160 mm. (Según MT 2.51.01).
- Temperatura cable (T^a): 51,7 °C.
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,37 V (0,84%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 0,5%).
- Protección térmica: 3 fusibles intensidad: 200 A. Tipo gG.

Acometida subterránea 2 (CUADRO BAJA TENSIÓN DEL CT A CGP 2)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: D-Unipolares enterrados en tubo.
- Longitud (L): 70 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 131699 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $131699 \cdot 1 = 131699$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 211,21 A.
- Se eligen conductores unipolares $3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: XZ1 (S).
- Intensidad máxima admisible a 25°C ($F_c=0,96$) ($I_{adm.}$): $305 \text{ A} \cdot 0,96 = 292,8$ A, (Según MT 2.51.01).
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 160 mm. (Según MT 2.51.01).
- Temperatura cable (T^a): 58,82 °C.
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,22 V (0,81%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 0,5%).
- Protección térmica: 3 fusibles intensidad: 250 A. Tipo gG.

2.6.2. Líneas generales de alimentación

Línea general de alimentación 1 (CGP 1 A CENTRALIZACIÓN 1: LOCALES PLANTA PRIMERA)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: F-Unipolares sobre rejillas.
- Longitud (L): 9 m; $\cos\phi$: 0,85; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 94816 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $94816 \cdot 1 = 94816$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 161,01 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x70mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=0,97$) ($I_{adm.}$): $224 \text{ A} \cdot 0,97 = 217,28$ A, según ITC-BT-19.
- Dimensiones de la rejilla (AxH): 300x60 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 67,46 °C.
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,65 V (0,16%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 0,5%).
- Protección térmica: 3 fusibles intensidad: 200 A. Tipo gG.

Línea general de alimentación 2 (CGP 1 A MÓDULO MEDIDA INDIRECTA: SUPERMERCADO)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: F-Unipolares sobre rejillas.
- Longitud (L): 6 m; $\cos\phi$: 0,85; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 68104 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $81676 \cdot 1 = 81676$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 138,69 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x70mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=0,97$) ($I_{adm.}$): $224 \text{ A} \cdot 0,97 = 217,28$ A, según ITC-BT-19.
- Dimensiones de la rejilla (AxH): 300x60 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 60,37 °C.
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,36 V (0,09%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 0,5%).
- Protección térmica: 3 fusibles intensidad: 160 A. Tipo gG.

Línea general de alimentación 3 (CGP 2 A CENTRALIZACIÓN 2: LOCALES PLANTA SEGUNDA + SERVICIOS GENERALES)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: F-Unipolares sobre rejillas.
- Longitud (L): 7 m; $\cos\phi$: 0,85; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 100378 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $81,261 + (19117 \cdot 0,8) = 96555$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 163,96 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x70mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=0,97$) ($I_{adm.}$): $224 \text{ A} \cdot 0,97 = 217,28$ A, según ITC-BT-19.
- Dimensiones de la rejilla (AxH): 300x60 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 68,47 °C.
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,52 V (0,13%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 0,5%).
- Protección térmica: 3 fusibles intensidad: 200 A. Tipo gG.

Línea general de alimentación 4 (CGP 2 A MÓDULO MEDIDA INDIRECTA: CAFETERÍA-RESTAURANTE)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: F-Unipolares sobre rejillas.
- Longitud (L): 7 m; $\cos\phi$: 0,85; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 38256 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $39151 \cdot 0,8 = 31321$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 0,8).
- Intensidad de cálculo (I_c): 53,19 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x35mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=0,97$) ($I_{adm.}$): $144 \text{ A} \cdot 0,97 = 139,68$ A, según ITC-BT-19.
- Dimensiones de la rejilla (AxH): 300x60 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 47,25 °C.
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,31 V (0,08%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 0,5%).
- Protección térmica: 3 fusibles intensidad: 125 A. Tipo gG.

Tabla de resultados de cálculos eléctricos de las **LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN** del edificio comercial

Línea general de alimentación	Tensión servicio (U) (V)	Potencia a instalar / prevista (P_i) (W)	Potencia cálculo (P_c) (W)	Distancia cálculo (L) (m)	Sección (mm^2)	Intensidad cálculo (I_c) (A)	Intensidad máxima admisible (I_{adm}) (A)	Caída tensión total (%)	Tipo cable designación UNE	Dimensión tubo, canal, bandeja (\varnothing) (mm)	Protección térmica (A) (*)
LGA 1: Centralización 1: Locales Planta 1ª	400	94816	94816	9	4x70Cu	161,01	217,28	0,16	RZ1-K (AS)	300x60	F. 200, gG
LGA 2: Módulo M.I. Supermercado	400	68104	81676	6	4x70Cu	138,69	217,28	0,09	RZ1-K (AS)	300x60	F. 160, gG
LGA 3: Centralización 2: Locales Planta 2ª + Servicios generales	400	100378	96555	7	4x70Cu	163,96	217,28	0,13	RZ1-K (AS)	300x60	F. 200, gG
LGA 4: Módulo M.I. Cafetería-Restaurante	400	38256	31321	7	4x35Cu	53,19	139,68	0,08	RZ1-K (AS)	300x60	F. 125 gG

(*) F.: Fusible NH1
gG: Limitador corriente (Sobrecarga/Corto) circuitos uso general

2.6.3. Derivaciones individuales

Derivación individual del LOCAL 1 (PLANTA BAJA): CAFETERÍA-RESTAURANTE:

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 0,85; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 38256 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $39151 \cdot 0,8 = 31321$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 0,8).
- Intensidad de cálculo (I_c): 53,19 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x25+TTx16mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 77 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 63 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 54,31 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,56 V (0,64%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,87 V (0,72%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 63 A. Curva C.

Derivación individual del LOCAL 2 (PLANTA BAJA): SUPERMERCADO:

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: F-Unipolares sobre rejillas.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,85; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 68104 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 81676 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 138,69 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x50+TTx25mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 175 A, según ITC-BT-19.
- Dimensiones de la rejilla (AxH): 300x35 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 71,4 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,65 V (0,66%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,01 V (0,75%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

- Protección térmica: Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar. Intensidad nominal: 160 A. Intensidad de regulación: 160 A.

Derivación individual del LOCAL 3 (PLANTA 1ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 59 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 22951 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 22951 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 36,81 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x25+TTx16mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 77 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 63 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 46,86 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,69 V (0,67%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,34 V (0,84%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 4 (PLANTA 1ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 52 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 29068 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 29068 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 46,62 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x25+TTx16mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 77 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 63 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 51 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,05 V (0,76%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,7 V (0,93%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 5 (PLANTA 1ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 63 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 21983 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 21983 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 35,26 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x25+TTx16mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 77 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 63 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 46,29 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,75 V (0,69%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,4 V (0,85%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 6 (PLANTA 1ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 41 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 10407 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 10407 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 16,69 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x6+TTx6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 32 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 32 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 48,16 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,55 V (0,89%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 4,2 V (1,05%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 7 (PLANTA 1ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.

- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 53 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 10407 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 10407 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 16,69 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x10+TTx10mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 44 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\emptyset): 40 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 44,32 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,72 V (0,68%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,37 V (0,84%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 8 (PLANTA 2ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 59 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 21009 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 21009 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 33,69 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x25+TTx16mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 77 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\emptyset): 63 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 45,74 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,46 V (0,61%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,98 V (0,74%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 9 (PLANTA 2ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 51 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.

- Potencia a instalar (P_i): 21553 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 21553 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 34,57 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x16+TTx16mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 59 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 50 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 50,30 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,46 V (0,86%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,98 V (0,99%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 10 (PLANTA 2ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 64 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 22213 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 22213 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 35,62 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x25+TTx16mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 77 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 63 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 46,42 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,82 V (0,71%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,34 V (0,84%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 11 (PLANTA 2ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 8243 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 8243 W.

- Intensidad de cálculo (I_c): 13,22 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x6+TTx6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 32 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 32 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 45,12 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,72 V (0,68%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,24 V (0,81%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual del LOCAL 12 (PLANTA 2ª): COMERCIO EXENTO

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 53 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 8243 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 8243 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 13,22 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x6+TTx6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 32 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 32 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 45,12 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,6 V (0,9%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 4,12 V (1,03%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).

Derivación individual de los SERVICIOS GENERALES:

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 4 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 19117 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $19117 \cdot 0,8 = 15294$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 0,8).
- Intensidad de cálculo (I_c): 24,53 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x6+TTx6mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 32 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 32 mm. (Según tabla G, guía técnica aplicación ITC-BT-15).
- Temperatura cable (T^a): 57,63 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,53 V (0,13%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 1%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,05 V (0,26%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 1,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 25 A. Curva C.

ELECTRIFICACIÓN DE CENTRO COMERCIAL CON ACOMETIDA MEDIANTE
LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Tabla de resultados de cálculos eléctricos de las **DERIVACIONES INDIVIDUALES** del edificio comercial

Derivación individual	Tensión servicio (U) (V)	Potencia a instalar / prevista (P _i) (W)	Potencia cálculo (P _c) (W)	Distancia cálculo (L) (m)	Sección (mm ²)	Intensidad cálculo (I _c) (A)	Intensidad máxima admisible (I _{adm}) (A)	Caída tensión parcial (%)	Caída tensión total (%)	Tipo cable designación UNE	Dimensión tubo, canal, bandeja (Ø) (mm)	Protección térmica (A) (*)
Local 1 (Planta baja): Cafetería-Restaurante	400	38256	31321	40	4x25+TTx16Cu	53,19	77	0,64	0,72	H07Z1-K (AS)	63	I.M. 4P 63, C
Local 2 (Planta baja): Supermercado	400	68104	81676	30	4x50+TTx25Cu	138,69	175	0,66	0,75	RZ1-K (AS)	300x35	I.A.M. 4P 160
Local 3 (Planta 1ª): Comercio exento	400	22951	22951	59	4x25+TTx16Cu	36,81	77	0,67	0,84	H07Z1-K (AS)	63	
Local 4 (Planta 1ª): Comercio exento	400	29068	29068	52	4x25+TTx16Cu	46,62	77	0,76	0,93	H07Z1-K (AS)	63	
Local 5 (Planta 1ª): Comercio exento	400	21983	21983	63	4x25+TTx16Cu	36,26	77	0,69	0,85	H07Z1-K (AS)	63	
Local 6 (Planta 1ª): Comercio exento	400	10407	10407	41	4x6+TTx6Cu	16,69	32	0,89	1,05	H07Z1-K (AS)	32	
Local 7 (Planta 1ª): Comercio exento	400	10407	10407	53	4x10+TTx10Cu	16,69	44	0,68	0,84	H07Z1-K (AS)	40	
Local 8 (Planta 2ª): Comercio exento	400	21009	21009	59	4x25+TTx16Cu	33,69	77	0,61	0,74	H07Z1-K (AS)	63	
Local 9 (Planta 2ª): Comercio exento	400	21553	21553	51	4x16+TTx16Cu	34,57	59	0,86	0,99	H07Z1-K (AS)	50	
Local 10 (Planta 2ª): Comercio exento	400	22213	22213	64	4x25+TTx16Cu	35,62	77	0,71	0,84	H07Z1-K (AS)	63	
Local 11 (Planta 2ª): Comercio exento	400	8243	8243	40	4x6+TTx6Cu	13,22	32	0,68	0,81	H07Z1-K (AS)	32	
Local 12 (Planta 2ª): Comercio exento	400	8243	8243	53	4x6+TTx6Cu	13,22	32	0,9	1,03	H07Z1-K (AS)	32	
Servicios generales	400	19117	15294	4	4x6+TTx6Cu	24,53	32	0,13	0,26	H07Z1-K (AS)	32	I.M. 4P 25, C

(*) La protección térmica esta instalada en el final de la derivación individual, es decir en el Cuadro General de Mando y Protección. Las derivaciones individuales, estarán protegidas contra cortocircuitos mediante fusibles DO2 63 A, PdeC 50 kA, en el principio de línea, es decir, en la centralización de contadores.

2.7. Instalaciones interiores

2.7.1. Cálculos eléctricos: Alumbrado y fuerza

2.7.1.1. Cafetería-Restaurante

Cálculo de la línea: Alumbrado Salón Sector 1, Encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 220 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 220 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,96 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,12 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,37 V (0,16%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,03 V (0,88%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Salón Sector 1, Encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 176 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 176 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,77 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.

- Temperatura cable (T^a): 40,08 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,4 V (0,17%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,05 V (0,89%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Letreros 1, 2, 3 y 4

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 336 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 336 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 1,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\emptyset): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,28 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 1,14 V (0,49%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,79 V (1,21%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Almacén

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 51,5 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 51,5 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,22 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,09 V (0,04%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,74 V (0,76%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Distribuidor

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 71,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 71,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,31 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,20 V (0,09%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,86 V (0,81%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Lavabos Aseos Masculinos

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 61,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 61,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,27 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,17 V (0,07%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,83 V (0,8%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Aseo Masculino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,1 V (0,04%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,76 V (0,76%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).

- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Aseo Minusválido Masculino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,1 V (0,04%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,76 V (0,76%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Lavabos Aseos Femenino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 61,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 61,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,27 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.

- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,21 V (0,09%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,86 V (0,81%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Aseo Femenino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\emptyset): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,12 V (0,05%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,78 V (0,77%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Aseo Minusválido Femenino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,12 V (0,05%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,78 V (0,77%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E1)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 55 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 55 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,24 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,19 V (0,08%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,84 V (0,8%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Salón Sector 2, Encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 220 W.

- Potencia de cálculo (P_c): 220 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,96 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,12 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,5 V (0,22%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,15 V (0,89%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Salón Sector 2, Encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 176 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 176 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,77 A
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,08 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,4 V (0,17%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,05 V (0,89%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Barra

- Tensión de servicio (U): 230 V.

- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 176 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 176 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,77 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,08 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,2 V (0,09%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,86 V (0,81%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Cocina

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 206 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 206 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,9 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,35 V (0,15%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2 V (0,87%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E2)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 25 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 25 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,11 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,06 V (0,02%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,71 V (0,74%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Salón Sector 3, Encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 220 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 220 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,96 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,12 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,62 V (0,27%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,28 V (0,99%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).

- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado Salón Sector 3, Encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 176 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 176 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,77 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,08 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,5 V (0,22%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,15 V (0,94%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E3)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 20 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 20 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,09 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,06 V (0,02%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,71 V (0,74%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Climatización 1, Climatización 2 y Climatización 3

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3580 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $3580 \cdot 1,25 = 4475$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 8,07 A.
- Se eligen conductores tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 22 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 46,73 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,67 V (0,67%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,54 V (1,38%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).

- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Horno

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 6400 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 6400 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 9,72 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 18,5 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 48,29 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 1,28 V (0,32%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 4,15 V (1,04%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Lavavajillas

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 6750 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 6750 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 10,26 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 18,5 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.

- Temperatura cable (T^a): 49,22 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 1,35 V (0,34%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 4,22 V (1,06%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Cafetera

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 3600 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3600 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 5,47 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 18,5 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\emptyset): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 42,62 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,71 V (0,18%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,58 V (0,89%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas Corriente Aseos Masculinos

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 2487 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 2487 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 11,38 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 48,81 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 5,2 V (2,26%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,86 V (2,98%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas Corriente Aseos Femeninos

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 35 m; $\cos\varphi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 2487 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 2487 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 11,38 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 48,81 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 6,07 V (2,64%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 7,72 V (3,36%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas Corriente Almacén

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\varphi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.

- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 4,95 V (2,15%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,6 V (2,87%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Agrupación Tomas Corriente 1, Agrupación Tomas Corriente 2 y Agrupación Tomas Corriente 3

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: C-Unipolares sobre pared.
- Longitud (L): 0,3 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 6900 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 6900 W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 31,58 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 40 A, según ITC-BT-19.
- Temperatura cable (T^a): 58,7 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,06 V (0,03%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,72 V (0,75%).
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 40 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas Corriente Barra

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.

- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,71 V (1,61%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,43 V (2,36%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas Corriente Salón

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 6,18 V (2,69%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 7,9 V (3,44%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas Corriente Tras-Barra 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.

- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,71 V (1,61%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,43 V (2,36%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas Corriente Tras-Barra 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,47 V (1,08%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 4,19 V (1,82%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas Corriente Cocina 1 y Tomas Corriente Cocina 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.

- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,71 V (1,61%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,43 V (2,36%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Tabla de resultados de cálculos eléctricos de circuitos de **INSTALACIÓN INTERIOR del LOCAL 1 (PLANTA BAJA): CAFETERÍA-RESTAURANTE**

Cuadro general de mando y protección

Denominación circuito	Tensión servicio (U) (V)	Potencia a instalar (P _i) (W)	Potencia cálculo (P _c) (W)	Distancia cálculo (L) (m)	Sección (mm ²)	Intensidad cálculo (I _c) (A)	Intensidad máxima admisible (I _{adm}) (A)	Caída tensión parcial (%)	Caída tensión total (%)	Tipo cable designación UNE	Dimensión tubo, canal, bandeja (Ø) (mm)	Protección térmica (A) (*)	Protección diferencial (A), (mA) (*)
Alumbrado Salón Sector 1, Encendido 1	230	220	220	15	2x1,5+TTx1,5Cu	0,96	15	0,16	0,88	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Alumbrado Salón Sector 1, Encendido 2	230	176	176	20	2x1,5+TTx1,5Cu	0,77	15	0,17	0,89	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Letreros 1,2,3 y 4	230	336	336	30	2x1,5+TTx1,5Cu	1,46	15	0,49	1,21	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Almacén	230	51,5	51,5	15	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,04	0,76	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Distribuidor	230	71,2	71,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,31	15	0,09	0,81	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Lavabo Aseos Masc.	230	61,2	61,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,27	15	0,07	0,8	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Masculino	230	36,2	36,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,04	0,76	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Minusvál. Masc.	230	36,2	36,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,04	0,76	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Lavabo Aseos Feme.	230	61,2	61,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,27	15	0,09	0,81	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Femenino	230	36,2	36,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,05	0,77	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Minusvál. Feme.	230	36,2	36,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,05	0,77	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Emergencias (E1)	230	55	55	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,24	15	0,08	0,8	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Salón Sector 2, Encendido 1	230	220	220	20	2x1,5+TTx1,5Cu	0,96	15	0,22	0,94	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Alumbrado Salón Sector 2, Encendido 2	230	176	176	20	2x1,5+TTx1,5Cu	0,77	15	0,17	0,89	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Barra	230	176	176	10	2x1,5+TTx1,5Cu	0,77	15	0,09	0,81	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cocina	230	206	206	15	2x1,5+TTx1,5Cu	0,9	15	0,15	0,87	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Emergencias (E2)	230	25	25	20	2x1,5+TTx1,5Cu	0,11	15	0,02	0,74	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Alumbrado Salón Sector 3, Encendido 1	230	220	220	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,96	15	0,27	0,99	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Salón Sector 3, Encendido 2	230	176	176	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,77	15	0,22	0,94	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Emergencias (E3)	230	20	20	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,09	15	0,02	0,74	H07Z1-K (AS)	16		
Climatización 1	400	3580	4475	30	4x2,5+TTx2,5Cu	8,07	22	0,67	1,38	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Climatización 2	400	3580	4475	30	4x2,5+TTx2,5Cu	8,07	22	0,67	1,38	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Climatización 3	400	3580	4475	30	4x2,5+TTx2,5Cu	8,07	22	0,67	1,38	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Horno	400	6400	6400	10	4x2,5+TTx2,5Cu	9,72	18,5	0,32	1,04	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Denominación circuito	Tensión	Potencia	Potencia	Distancia	Sección	Intensidad	Intensidad	Caída	Caída	Tipo cable	Dimensión	Protección	Protección

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado

Grado Ingeniería Eléctrica

	servicio (U) (V)	a instalar (P _i) (W)	cálculo (P _c) (W)	cálculo (L) (m)	(mm ²)	cálculo (I _c) (A)	máxima admisible (I _{adm}) (A)	tensión parcial (%)	tensión total (%)	designación UNE	tubo, canal, bandeja (Ø) (mm)	térmica (A) (*)	diferencial (A), (mA) (*)
Lavavajillas	400	6750	6750	10	4x2,5+TTx2,5Cu	10,26	18,5	0,34	1,06	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Cafetera	400	3600	3600	10	4x2,5+TTx2,5Cu	5,47	18,5	0,18	0,89	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Tomas Corriente Aseos Masculino	230	2487	2487	30	2x2,5+TTx2,5Cu	11,38	21	2,26	2,98	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Aseos Femenino	230	2487	2487	35	2x2,5+TTx2,5Cu	11,38	21	2,64	3,36	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Almacén	230	3450	3450	20	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	2,15	2,87	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 40, 30, AC
Agrupación Tomas Corriente 1	230	6900	6900	0,3	2x6Cu	31,58	40	0,03	0,75	H07Z1-K (AS)			
Tomas Corriente Barra	230	3450	3450	15	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,61	2,36	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Salón	230	3450	3450	25	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	2,69	3,44	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Agrupación Tomas Corriente 2	230	6900	6900	0,3	2x6Cu	31,58	40	0,03	0,75	H07Z1-K (AS)			I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Tras-Barra 1	230	3450	3450	15	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,61	2,36	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Tomas Corriente Tras-Barra 2	230	3450	3450	10	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,08	1,82	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Agrupación Tomas Corriente 3	230	6900	6900	0,3	2x6Cu	31,58	40	0,03	0,75	H07Z1-K (AS)			I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Cocina 1	230	3450	3450	15	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,61	2,36	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Tomas Corriente Cocina 2	230	3450	3450	15	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,61	2,36	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	

(*) I.M.: Interruptor magnetotérmico
4P: 4 polos (Tetrapolar)
2P: 2 polos (Bipolar)
C: Curva C (Disparo: 5 a 10 veces la I_n)

I.D.: Interruptor diferencial
30: Sensibilidad (30 mA)
AC: Tipo AC (Sensible sólo a corrientes de derivación alternas)

2.7.1.2. Supermercado

Cálculo de las líneas: Alumbrado zona de ventas sector 1, encendido 1, encendido 2 y encendido 3

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 308 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 308 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 1,34 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,24 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 1,39 V (0,6%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,13 V (1,36%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado letreros 1, 2, 3 y 4

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 35 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 336 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 336 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 1,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,28 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 1,32 V (0,58%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).

- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,06 V (1,33%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado almacén, encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 206 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 206 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,9 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,35 V (0,15%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,09 V (0,91%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado almacén, encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 206 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 206 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,9 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.

- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,46 V (0,20%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,2 V (0,96%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado cámara congelación almacén y cámara mantenimiento almacén

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 51,5 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 51,5 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,22 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,12 V (0,05%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,85 V (0,81%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado vestuario masculino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 95 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 95 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,41 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,02 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,11 V (0,05%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,84 V (0,8%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado aseo vestuario masculino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,04 V (0,02%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,78 V (0,77%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado vestuario femenino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 95 W.

- Potencia de cálculo (P_c): 95 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,41 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,02 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,16 V (0,07%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,9 V (0,83%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado aseo vestuario femenino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,06 V (0,03%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,8 V (0,78%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E1)

- Tensión de servicio (U): 230 V.

- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 90 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 90 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,39 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,02 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,41 V (0,18%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,14 V (0,93%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado zona de ventas sector 2, encendido 1, encendido 2 y encendido 3

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 308 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 308 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 1,34 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,24 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 1,04 V (0,45%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,78 V (1,21%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado sección carnicería

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 210 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 210 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,91 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,95 V (0,41%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,68 V (1,17%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado sección pescadería

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 35 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 210 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 210 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,91 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,83 V (0,36%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,57 V (1,12%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).

- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado cámara congelación carnicería y cámara mantenimiento carnicería

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 51,5 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 51,5 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,22 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,23 V (0,1%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,97 V (0,86%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado cámara congelación pescadería y cámara mantenimiento pescadería

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 35 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 51,5 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 51,5 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,22 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).

- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,2 V (0,09%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,94 V (0,84%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado distribuidor vestuarios

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 105 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 105 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,03 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,12 V (0,05%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,86 V (0,81%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado distribuidor aseos, alumbrado aseo masculino y alumbrado aseo femenino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.

- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,04 V (0,02%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,78 V (0,77%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado oficina

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 5 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 88 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 88 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,38 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,02 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,05 V (0,02%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,79 V (0,78%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado zona descanso

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.

- Longitud (L): 5 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 44 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 44 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,19 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,02 V (0,01%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,76 V (0,77%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E2)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 65 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 65 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,28 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,22 V (0,1%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,96 V (0,85%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado zona de ventas sector 3, encendido 1, encendido 2 y encendido 3

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 308 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 308 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 1,34 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,24 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,87 V (0,38%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,61 V (1,13%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E3)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 30 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 30 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,13 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,08 V (0,04%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,82 V (0,79%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).

- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Climatización 1, Climatización 2 y Climatización 3

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 13550 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $13550 \cdot 1,25 = 16937,5$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 30,56 A.
- Se eligen conductores tetrapolares 4x6+TTx6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 37 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 25 mm.
- Temperatura cable (T^a): 74,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 4,62 V (1,15%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 7,63 V (1,91%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 32 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 40 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Cámara congelación almacén

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 1300 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $1300 \cdot 1,25 = 1625$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 2.93 A.
- Se eligen conductores tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 22 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.

- Temperatura cable (T^a): 40,89 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,95 V (0,24%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,96 V (0,99%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Cámara mantenimiento almacén

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; Cosφ: 0,8; Xu (mW/m): 0; η: 1.
- Potencia a instalar (P_i): 750 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $750 \cdot 1,25 = 937,5$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 1,69 A.
- Se eligen conductores tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 22 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (Ø): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,3 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,55 V (0,14%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,56 V (0,89%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Agrupación tomas corriente 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: C-Unipolares sobre pared.
- Longitud (L): 0,3 m; Cosφ: 0,9; Xu (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 5998 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $2548 \cdot 1,25 + 3450 = 6635$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 32,05 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x6mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 40 A, según ITC-BT-19.
- Temperatura cable (T^a): 59,26 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,06 V (0,03%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,8 V (0,78%).
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 40 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas corriente vitrinas murales

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 2548 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $2548 \cdot 1,25 = 3185$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,39 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 6,83 V (2,97%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 8,63 V (3,75%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas corriente vestuario masculino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,71 V (1,61%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,51 V (2,39%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Agrupación tomas corriente 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: C-Unipolares sobre pared.
- Longitud (L): 0,3 m; $\cos\varphi$: 0,9; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 5068 W.
- Potencia de cálculo (P_c): $1618 \cdot 1,25 + 3450 = 5472,5$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 26,44 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 40 A, según ITC-BT-19.
- Temperatura cable (T^a): 53,10 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,05 V (0,02%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,79 V (0,78%).
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 40 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas corriente conservadoras y puertas automáticas

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\varphi$: 0,9; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 1618 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $1618 \cdot 1,25 = 2022,5$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 9,77 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 46,49 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 4,19 V (1,82%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,98 V (2,60%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas corriente vestuario femenino

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,71 V (1,61%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,5 V (2,39%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Agrupación tomas corriente 3

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: C-Unipolares sobre pared.
- Longitud (L): 0,3 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 5910 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 5910 W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 27,05 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x6mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 40 A, según ITC-BT-19.
- Temperatura cable (T^a): 53,72 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,05 V (0,02%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,79 V (0,78%).
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 40 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas corriente aseos

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 2460 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 2460 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 11,26 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\emptyset): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 48,62 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 1,71 V (0,74%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 3,5 V (1,52%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas corriente almacén y oficina

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 4,95 V (2,15%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,74 V (2,93%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas corriente cajas registradoras

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 35 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 8,66 V (3,76%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 10,39 V (4,52%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la línea: Alimentación subcuadro sección carnicería

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar ($P_{i,R}$): 9138 W.
- Potencia a instalar ($P_{i,S}$): 8174 W.
- Potencia a instalar ($P_{i,T}$): 10040 W.

- Potencia de cálculo (P_c): 10790 W. Fase más cargada (Fase T).
- Intensidad de cálculo (I_c): 19,47 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x6+TTx6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 32 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 25 mm.
- Temperatura cable (T^a): 51,10 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 3,63 V (0,91%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,64 V (1,66%).
- Protección térmica en principio de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 25 A. Curva C.
- Protección térmica en final de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 25 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Cámara congelación carnicería (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 1300 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $1300 \cdot 1,25 = 1625$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 2.93 A.
- Se eligen conductores tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 22 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,89 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,95 V (0,24%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 7,59 V (1,9%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Cámara mantenimiento carnicería (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 750 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $750 \cdot 1,25 = 937,5$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 1,69 A.
- Se eligen conductores tetrapolares $4 \times 2,5 + TT \times 2,5 \text{ mm}^2$ Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 22 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): $40,3^\circ\text{C}$.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): $0,55$ V (0,14%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): $7,19$ V (1,8%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Agrupación tomas corriente trifásicas (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: C-Unipolares sobre pared.
- Longitud (L): 0,3 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 4540 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $3000 \cdot 1,25 + 1540 = 5290$ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 8,48 A.
- Se eligen conductores unipolares $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$ Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Temperatura cable (T^a): $44,9^\circ\text{C}$.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): $0,03$ V (0,01%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): $6,67$ V (1,67%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.

- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Cortadora de fiambre (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 440 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $440 \cdot 1,25 = 550$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,99 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 18,5 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,09 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,11 V (0,03%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,78 V (1,7%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Picadora de carne (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 1100 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $1100 \cdot 1,25 = 1375$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 2,48 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 18,5 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,54 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,27 V (0,07%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).

- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,94 V (1,74%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Sierra cinta (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3000 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $3000 \cdot 1,25 = 3750$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 6,77 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 18,5 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 44,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,75 V (0,19%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 7,42 V (1,85%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas corriente vitrinas murales (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 2550 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $2550 \cdot 1,25 = 3187,5$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,4 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,13 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 4,56 V (1,98%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).

- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 8,39 V (3,65%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas corriente vitrinas mostrador (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 15 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 1584 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $1584 \cdot 1,25 = 1980$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 9,57 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 46,22 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 2,05 V (0,89%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,89 V (2,56%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas corriente usos varios (Subcuadro carnicería)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 21 A, según ITC-BT-19.

- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 2,47 V (1,08%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,31 V (2,74%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alimentación subcuadro sección pescadería

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar ($P_{i,R}$): 6925 W.
- Potencia a instalar ($P_{i,S}$): 8500 W.
- Potencia a instalar ($P_{i,T}$): 5050 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 9250 W. Fase más cargada (Fase S).
- Intensidad de cálculo (I_c): 16,69 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x4+TTx4mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 24 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 25 mm.
- Temperatura cable (T^a): 54,51 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 4,73 V (1,18%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 7,74 V (1,93%).
- Protección térmica en principio de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 20 A. Curva C.
- Protección térmica en final de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 20 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Cámara congelación pescadería (Subcuadro pescadería)

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 1300 W.

- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $1300 \cdot 1,25 = 1625 \text{ W}$.
- Intensidad de cálculo (I_c): $2,93 \text{ A}$.
- Se eligen conductores tetrapolares $4 \times 2,5 + \text{TT} \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.
- Nivel aislamiento, aislamiento: $0,6/1 \text{ kV}$, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 22 A , según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm .
- Temperatura cable (T^a): $40,89^\circ\text{C}$.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): $0,95 \text{ V}$ ($0,24\%$) $< (\Delta U_{parcial,max.}: 5\%)$.
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): $8,68 \text{ V}$ ($2,17\%$) $< (\Delta U_{total,max.}: 6,5\%)$.
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A . Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A . Sensibilidad intensidad: 30 mA . Clase AC.

Cálculo de la línea: Cámara mantenimiento pescadería (Subcuadro pescadería)

- Tensión de servicio (U): 400 V .
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m ; $\cos\phi$: $0,8$; X_u (mW/m): 0 ; η : 1 .
- Potencia a instalar (P_i): 750 W .
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $750 \cdot 1,25 = 937,5 \text{ W}$.
- Intensidad de cálculo (I_c): $1,69 \text{ A}$.
- Se eligen conductores tetrapolares $4 \times 2,5 + \text{TT} \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.
- Nivel aislamiento, aislamiento: $0,6/1 \text{ kV}$, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 22 A , según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm .
- Temperatura cable (T^a): $40,3^\circ\text{C}$.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): $0,55 \text{ V}$ ($0,14\%$) $< (\Delta U_{parcial,max.}: 5\%)$.
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): $8,28 \text{ V}$ ($2,07\%$) $< (\Delta U_{total,max.}: 6,5\%)$.
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A . Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A . Sensibilidad intensidad: 30 mA . Clase AC.

Cálculo de la línea: Sierra cinta (Subcuadro pescadería)

- Tensión de servicio (U): 400 V .

- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3000 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $3000 \cdot 1,25 = 3750$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 6,77 A.
- Se eligen conductores unipolares 4x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 18,5 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 44,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,75 V (0,19%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 8,48 V (2,12%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Vitrina mural (Subcuadro pescadería)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,9; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 1875 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $1875 \cdot 1,25 = 2343,7$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 11,32 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 48,72 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 1,63 V (0,71%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,10 V (2,65%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Tomas corriente usos varios (Subcuadro pescadería)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 10 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,47 V (1,08%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,94 V (3,02%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Tabla de resultados de cálculos eléctricos de circuitos de **INSTALACIÓN INTERIOR del LOCAL 2 (PLANTA BAJA): SUPERMERCADO**

Cuadro general de mando y protección

Denominación circuito	Tensión servicio (U) (V)	Potencia a instalar (P _i) (W)	Potencia cálculo (P _c) (W)	Distancia cálculo (L) (m)	Sección (mm ²)	Intensidad cálculo (I _c) (A)	Intensidad máxima admisible (I _{adm}) (A)	Caída tensión parcial (%)	Caída tensión total (%)	Tipo cable designación UNE	Dimensión tubo, canal, bandeja (Ø) (mm)	Protección térmica (A) (*)	Protección diferencial (A), (mA) (*)
Alumbrado Zona Venta Sector 1, Encendido 1	230	308	308	40	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,6	1,36	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Alumbrado Zona Venta Sector 1, Encendido 2	230	308	308	40	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,6	1,36	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Zona Venta Sector 1, Encendido 3	230	308	308	40	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,6	1,36	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Letreros 1,2,3 y 4	230	336	336	35	2x1,5+TTx1,5Cu	1,46	15	0,58	1,33	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Almacén, Encendido 1	230	206	206	15	2x1,5+TTx1,5Cu	0,9	15	0,15	0,91	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Almacén, Encendido 2	230	206	206	20	2x1,5+TTx1,5Cu	0,9	15	0,2	0,96	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cámara Congelación Almacén	230	51,5	51,5	20	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,05	0,81	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cámara Mantenimiento Almacén	230	51,5	51,5	20	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,05	0,81	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Vestuario Masculino	230	95	95	10	2x1,5+TTx1,5Cu	0,41	15	0,05	0,8	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Vestuario Masculino	230	36,2	36,2	10	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,02	0,77	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Vestuario Femenino	230	95	95	15	2x1,5+TTx1,5Cu	0,41	15	0,07	0,83	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Vestuario Femenino	230	36,2	36,2	15	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,03	0,78	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Emergencias (E1)	230	90	90	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,39	15	0,18	0,93	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Zona Venta Sector 2, Encendido 1	230	308	308	30	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,45	1,21	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Alumbrado Zona Venta Sector 2, Encendido 2	230	308	308	30	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,45	1,21	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Zona Venta Sector 2, Encendido 3	230	308	308	30	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,45	1,21	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Sección Carnicería	230	210	210	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,91	15	0,41	1,17	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Sección Pescadería	230	210	210	35	2x1,5+TTx1,5Cu	0,91	15	0,36	1,12	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cámara Congelación Carnicería	230	51,5	51,5	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,1	0,86	H07Z1-K (AS)	16		

Alumbrado Cámara Mantenimiento Carnicería	230	51,5	51,5	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,1	0,86	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cámara Congelación Pescadería	230	51,5	51,5	35	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,09	0,84	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cámara Mantenimiento Pescadería	230	51,5	51,5	35	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,09	0,84	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Distribuidor Vestuarios	230	105	105	10	2x1,5+TTx1,5Cu	0,46	15	0,05	0,81	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Distribuidor Aseos	230	36,2	36,2	10	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,02	0,77	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Masculino	230	36,2	36,2	10	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,02	0,77	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Femenino	230	36,2	36,2	10	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,02	0,77	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Oficina	230	88	88	5	2x1,5+TTx1,5Cu	0,38	15	0,02	0,78	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Zona Descanso	230	44	44	5	2x1,5+TTx1,5Cu	0,19	15	0,1	0,77	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Emergencias (E2)	230	65	65	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,28	15	0,1	0,85	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Zona Venta Sector 3, Encendido 1	230	308	308	25	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,38	1,13	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Alumbrado Zona Venta Sector 3, Encendido 2	230	308	308	25	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,38	1,13	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Zona Venta Sector 3, Encendido 3	230	308	308	25	2x1,5+TTx1,5Cu	1,34	15	0,38	1,13	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Emergencias (E3)	230	30	30	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,13	15	0,04	0,79	H07Z1-K (AS)	16		
Climatización 1	400	13550	16937,5	30	4x6+TTx6Cu	30,56	37	1,15	1,91	RZ1-K (AS)	25	I.M. 4P 32, C	I.D. 4P 40, 30, AC
Climatización 2	400	13550	16937,5	30	4x6+TTx6Cu	30,56	37	1,15	1,91	RZ1-K (AS)	25	I.M. 4P 32, C	I.D. 4P 40, 30, AC
Climatización 3	400	13550	16937,5	30	4x6+TTx6Cu	30,56	37	1,15	1,91	RZ1-K (AS)	25	I.M. 4P 32, C	I.D. 4P 40, 30, AC
Cámara Congelación Almacén	400	1300	1625	30	4x2,5+TTx2,5Cu	2,93	22	0,24	0,99	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Cámara Mantenimiento Almacén	400	750	937,5	30	4x2,5+TTx2,5Cu	1,69	22	0,14	0,89	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Agrupación Tomas Corriente 1	230	5998	6635	0,3	2x6mmCu	32,05	40	0,03	0,78	H07Z1-K (AS)			I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Vitrinas Murales	230	2548	3185	30	2x2,5+TTx2,5Cu	15,39	21	2,97	3,75	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Tomas Corriente Vestuario Masculino	230	3450	3450	15	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,61	2,39	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Agrupación Tomas Corriente 2	230	5068	5472,5	0,3	2x6mmCu	26,44	40	0,02	0,78	H07Z1-K (AS)			I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Conservadoras y Puertas Automáticas	230	1618	2022,5	30	2x2,5+TTx2,5Cu	9,77	21	1,82	2,6	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Tomas Corriente Vestuario Femenino	230	3450	3450	15	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,61	2,39	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Agrupación Tomas Corriente 3	230	5910	5910	0,3	2x6mmCu	28,55	40	0,02	0,78	H07Z1-K (AS)			I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Aseos	230	2460	2460	10	2x2,5+TTx2,5Cu	11,26	21	0,74	1,52	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Tomas Corriente Almacén y Oficina	230	3450	3450	20	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	2,15	2,93	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Tomas Corriente Cajas Registradoras	230	3450	3450	35	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	3,76	4,52	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 25, 30, A
Alimentación Sub-Cuadro Carnicería	400	10040	10790	40	4x6+TTx6Cu	19,47	32	0,91	1,66	H07Z1-K (AS)	25	I.M. 4P 25, C	
Alimentación Sub-Cuadro Pescadería	400	8500	9250	40	4x4+TTx4Cu	16,69	24	1,18	1,93	H07Z1-K (AS)	25	I.M. 4P 20, C	

Subcuadro mando y protección sección carnicería

Denominación circuito	Tensión servicio (U) (V)	Potencia a instalar (P _i) (W)	Potencia cálculo (P _c) (W)	Distancia cálculo (L) (m)	Sección (mm ²)	Intensidad cálculo (I _c) (A)	Intensidad máxima admisible (I _{adm}) (A)	Caída tensión parcial (%)	Caída tensión total (%)	Tipo cable designación UNE	Dimensión tubo, canal, bandeja (Ø) (mm)	Protección térmica (A) (*)	Protección diferencial (A), (mA) (*)
Cámara Congelación Carnicería	400	1300	1625	30	4x2,5+TTx2,5Cu	2,93	22	0,24	1,9	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Cámara Mantenimiento Carnicería	400	750	937,5	30	4x2,5+TTx2,5Cu	1,69	22	0,14	1,8	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Agrupación Tomas Corriente Trifásicas	400	4540	5290	0,3	4x2,5Cu	8,48	21	0,01	1,67	H07Z1-K (AS)			I.D. 4P 25, 30, AC
Cortadora Fiambre	400	440	550	10	4x2,5+TTx2,5Cu	0,99	18,5	0,03	1,7	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	
Picadora Carne	400	1100	1375	10	4x2,5+TTx2,5Cu	2,48	18,5	0,07	1,74	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	
Sierra Cinta	400	3000	3750	10	4x2,5+TTx2,5Cu	6,77	18,5	0,19	1,85	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	
Tomas Corriente Vitrinas Murales	230	2550	3187,5	20	2x2,5+TTx2,5Cu	15,4	21	1,98	3,65	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Tomas Corriente Vitrinas Mostrador	230	1584	1980	15	2x2,5+TTx2,5Cu	9,57	21	0,89	2,56	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Tomas Corriente Usos Varios	230	3450	3450	10	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,08	2,74	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 25, 30, AC

Subcuadro mando y protección sección pescadería

Denominación circuito	Tensión servicio (U) (V)	Potencia a instalar (P _i) (W)	Potencia cálculo (P _c) (W)	Distancia cálculo (L) (m)	Sección (mm ²)	Intensidad cálculo (I _c) (A)	Intensidad máxima admisible (I _{adm}) (A)	Caída tensión parcial (%)	Caída tensión total (%)	Tipo cable designación UNE	Dimensión tubo, canal, bandeja (Ø) (mm)	Protección térmica (A) (*)	Protección diferencial (A), (mA) (*)
Cámara Congelación Pescadería	400	1300	1625	30	4x2,5+TTx2,5Cu	2,93	22	0,24	2,17	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Cámara Mantenimiento Pescadería	400	750	937,5	30	4x2,5+TTx2,5Cu	1,69	22	0,14	2,07	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Sierra Cinta	400	3000	3750	10	4x2,5+TTx2,5Cu	6,77	18,5	0,19	2,12	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Tomas Corriente Vitrina Mural	230	1875	2343,7	10	2x2,5+TTx2,5Cu	11,32	21	0,71	2,65	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Tomas Corriente Usos Varios	230	3450	3450	10	2x2,5+TTx2,5Cu	15,79	21	1,08	3,02	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 25, 30, AC

(*) I.M.: Interruptor magnetotérmico
4P: 4 polos (Tetrapolar)
I.D.: Interruptor diferencial
2P: 2 polos (Bipolar)
C: Curva C (Disparo: 5 a 10 veces la I_n)

30: Sensibilidad (30 mA)
AC: Tipo AC (Sensible sólo a corrientes de derivación alternas)
A: Tipo A (Sensible a corrientes de derivación alternas)

En las agrupaciones trifásicas con receptores trifásicos y monofásicos, la potencia instalada (P_i), se refiere a la potencia instalada en la fase más cargada

2.7.1.3. Servicios generales

Cálculo de las líneas: Climatización planta primera y Climatización planta segunda

- Tensión de servicio (U): 400 V.
- Canalización: B2-Multiconductores en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,8; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 5720 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $5720 \cdot 1,25 = 7150$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 12,9 A.
- Se eligen conductores tetrapolares $4 \times 2,5 + TT \times 2,5 \text{ mm}^2$ Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 22 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 57,19 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 4,42 V (1,11%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,47 V (1,37%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar intensidad: 16 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Agrupación tomas corriente aseos planta primera

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: C-Unipolares sobre pared.
- Longitud (L): 0,3 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 4974 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 4974 W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 22,76 A.
- Se eligen conductores unipolares $2 \times 4 \text{ mm}^2$ Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 31 A, según ITC-BT-19.
- Temperatura cable (T^a): 56,18 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,07 V (0,03%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,67 V (0,29%).

- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 40 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Tomas corriente aseos masculinos planta primera y Tomas corriente aseos femeninos planta primera

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 2487 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 2487 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 11,38 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 48,81 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 4,33 V (1,88%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,01 V (2,18%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Agrupación tomas corriente aseos planta segunda

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: C-Unipolares sobre pared.
- Longitud (L): 0,3 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 4974 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 4974 W. (Coeficiente de simultaneidad: 1).
- Intensidad de cálculo (I_c): 22,76 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x4mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 31 A, según ITC-BT-19.
- Temperatura cable (T^a): 56,18 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,07 V (0,03%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,67 V (0,29%).

- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 40 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Tomas corriente aseos masculinos planta segunda y Tomas corriente aseos femeninos planta segunda

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 2487 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 2487 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 11,38 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 48,81 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 5,2 V (2,26%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,87 V (2,55%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Tomas corriente usos varios

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 3450 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 3450 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 15,79 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 56,96 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 6,18 V (2,69%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).

- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,79 V (2,95%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo primera planta sector 1, encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 210 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 210 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,91 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,95 V (0,41%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,55 V (0,67%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo primera planta sector 1, encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 35 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 210 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 210 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,91 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.

- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,83 V (0,36%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,43 V (0,62%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo segunda planta sector 1, encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 45 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 105 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 105 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,03 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,53 V (0,23%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,14 V (0,49%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo segunda planta sector 1, encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 105 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 105 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).

- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,03 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,47 V (0,21%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,08 V (0,47%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado cuarto limpieza

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 5 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 51,5 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 51,5 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,22 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,03 V (0,01%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,64 V (0,28%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado cuarto contadores

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 5 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 51,5 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 51,5 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,22 A.

- Se eligen conductores unipolares $2 \times 1,5 + TT \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): $40,01^\circ\text{C}$.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): $0,03 \text{ V}$ ($0,01\%$) $<$ ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): $0,64 \text{ V}$ ($0,28\%$) $<$ ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: $4,5\%$).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado cuarto protección contra incendios

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 51,5 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 51,5 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,22 A.
- Se eligen conductores unipolares $2 \times 1,5 + TT \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): $40,01^\circ\text{C}$.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): $0,12 \text{ V}$ ($0,05\%$) $<$ ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): $0,72 \text{ V}$ ($0,31\%$) $<$ ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: $4,5\%$).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado lavabos aseos masculinos primera planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.

- Potencia a instalar (P_i): 61,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 61,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,27 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,17 V (0,07%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,78 V (0,34%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado aseo masculino primera planta y Alumbrado aseo minusválido masculino primera planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,1 V (0,04%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,71 V (0,31%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado lavabos aseos femeninos primera planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 61,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 61,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,27 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,17 V (0,07%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,78 V (0,34%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado aseo femenino primera planta y Alumbrado aseo minusválido femenino primera planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,1 V (0,04%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,71 V (0,31%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).

- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E1)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 75 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 75 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,33 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,34 V (0,15%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,94 V (0,41%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo primera planta sector 2, encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 210 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 210 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,91 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.

- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,95 V (0,41%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,55 V (0,67%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo primera planta sector 2, encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 45 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 210 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 210 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,91 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\emptyset): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,11 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 1,06 V (0,46%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,67 V (0,73%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo segunda planta sector 2, encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 105 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 105 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,03 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,35 V (0,15%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,96 V (0,42%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo segunda planta sector 2, encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 25 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 105 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 105 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,03 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,3 V (0,13%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,9 V (0,39%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado escaleras primera y segunda planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 224 W.

- Potencia de cálculo (P_c): 224 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,97 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,13 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,76 V (0,33%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,36 V (0,59%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado lavabos aseos masculinos segunda planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 61,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 61,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,27 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,21 V (0,09%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,81 V (0,35%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado aseo masculino segunda planta y Alumbrado aseo minusválido masculino segunda planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,12 V (0,05%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,73 V (0,32%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado lavabos aseos femeninos segunda planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 61,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 61,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,27 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,01 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,21 V (0,09%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,81 V (0,35%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.

- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de las líneas: Alumbrado aseo femenino segunda planta y Alumbrado aseo minusválido femenino segunda planta

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 36,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 36,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,16 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,12 V (0,05%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,73 V (0,32%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E2)

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 45 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 80 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 80 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,35 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.

- Temperatura cable (T^a): 40,02 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,41 V (0,18%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,01 V (0,44%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo primera planta sector 3, encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 45 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 175 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 175 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,76 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{\text{adm.}}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,08 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{\text{parcial}}$): 0,89 V (0,39%) < ($\Delta U_{\text{parcial,max.}}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,49 V (0,65%) < ($\Delta U_{\text{total,max.}}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo primera planta sector 3, encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 40 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 175 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 175 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,76 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.

- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,08 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,79 V (0,34%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,39 V (0,61%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo segunda planta sector 3, encendido 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 30 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 105 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 105 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,03 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,35 V (0,15%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,96 V (0,42%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado pasillo segunda planta sector 3, encendido 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 35 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 105 W.

- Potencia de cálculo (P_c): 105 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,46 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,03 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,41 V (0,18%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,02 V (0,44%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado exterior planta baja

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 35 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 595 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 595 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 2,59 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,89 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 2,35 V (1,02%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 2,96 V (1,29%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Emergencias (E3)

- Tensión de servicio (U): 230 V.

- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 45 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 35 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 35 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 0,15 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 15 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,18 V (0,08%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 0,78 V (0,34%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado parking 1

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 140 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 1530,2 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 1530,2 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 6,65 A.
- Se eligen conductores unipolares 6+TTx6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 44 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 41,14 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 6,05 V (2,63%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,66 V (2,89%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado parking 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 150 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 1501,4 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 1501,4 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 6,53 A.
- Se eligen conductores unipolares 6+TTx6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 44 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 41,1 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 6,36 V (2,77%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 6,97 V (3,03%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Alumbrado parking 2

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 115 m; $\cos\phi$: 1; X_u (mW/m): 0.
- Potencia a instalar (P_i): 1501,4 W.
- Potencia de cálculo (P_c): 1501,4 W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 6,53 A.
- Se eligen conductores unipolares 6+TTx6mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 44 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 16 mm.
- Temperatura cable (T^a): 41,1 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 4,88 V (2,12%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 3%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 5,48 V (2,38%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 4,5%).

- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 10 A. Curva C.
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar intensidad: 25 A. Sensibilidad intensidad: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la línea: Ascensor

- Tensión de servicio (U): 230 V.
- Canalización: B1-Unipolares en tubo superficial o empotrado en obra.
- Longitud (L): 20 m; $\cos\phi$: 0,95; X_u (mW/m): 0; η : 1.
- Potencia a instalar (P_i): 500 W.
- Potencia de cálculo (P_c): (Según ITC-BT-47): $500 \cdot 1,25 = 625$ W.
- Intensidad de cálculo (I_c): 2,86 A.
- Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5mm² Cu.
- Nivel aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Designación UNE: H07Z1-K (AS).
- Intensidad máxima admisible a 40°C ($F_c=1$) ($I_{adm.}$): 21 A, según ITC-BT-19.
- Diámetro exterior del tubo (\varnothing): 20 mm.
- Temperatura cable (T^a): 40,56 °C.
- Caída de tensión parcial ($\Delta U_{parcial}$): 0,85 V (0,37%) < ($\Delta U_{parcial,max.}$: 5%).
- Caída de tensión total (ΔU_{total}): 1,45 V (0,63%) < ($\Delta U_{total,max.}$: 6,5%).
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar intensidad: 16 A. Curva C.

Tabla de resultados de cálculos eléctricos de circuitos de **INSTALACIÓN INTERIOR** de los **SERVICIOS GENERALES**

Cuadro general de mando y protección

Denominación circuito	Tensión servicio (U) (V)	Potencia a instalar (P _i) (W)	Potencia cálculo (P _c) (W)	Distancia cálculo (L) (m)	Sección (mm ²)	Intensidad cálculo (I _c) (A)	Intensidad máxima admisible (I _{adm}) (A)	Caída tensión parcial (%)	Caída tensión total (%)	Tipo cable designación UNE	Dimensión tubo, canal, bandeja (Ø) (mm)	Protección térmica (A) (*)	Protección diferencial (A), (mA) (*)
Climatización Planta Primera	400	5720	7150	30	4x2,5+TTx2,5Cu	12,9	22	1,11	1,37	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Climatización Planta Segunda	400	5720	7150	30	4x2,5+TTx2,5Cu	12,9	22	1,11	1,37	RZ1-K (AS)	20	I.M. 4P 16, C	I.D. 4P 25, 30, AC
Agrupación Tomas Corriente Aseos Planta Primera	230	4974	4974	0,3	2x4Cu	22,76	31	0,03	0,29	H07Z1-K (AS)			I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Aseos Masculinos Planta Primera	230	2487	2487	25	2x2,5+TTx2,5Cu	11,38	21	1,88	2,18	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Tomas Corriente Aseos Femeninos Planta Primera	230	2487	2487	25	2x2,5+TTx2,5Cu	11,38	21	1,88	2,18	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Agrupación Tomas Corriente Aseos Planta Segunda	230	4974	4974	0,3	2x4Cu	22,76	31	0,03	0,29	H07Z1-K (AS)			I.D. 2P 40, 30, AC
Tomas Corriente Aseos Masculinos Planta Segunda	230	2487	2487	30	2x2,5+TTx2,5Cu	11,38	21	2,26	2,55	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Tomas Corriente Aseos Femeninos Planta Segunda	230	2487	2487	30	2x2,5+TTx2,5Cu	11,38	21	2,26	2,55	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	
Alumbrado Pasillo Primera Planta Sector 1, Encendido 1	230	210	210	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,91	15	0,41	0,67	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC
Alumbrado Pasillo Primera Planta Sector 1, Encendido 2	230	210	210	35	2x1,5+TTx1,5Cu	0,91	15	0,36	0,62	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Pasillo Segunda Planta Sector 1, Encendido 1	230	105	105	45	2x1,5+TTx1,5Cu	0,46	15	0,23	0,49	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Pasillo Segunda Planta Sector 1, Encendido 2	230	105	105	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,46	15	0,21	0,47	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cuarto Limpieza	230	51,5	51,5	5	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,01	0,28	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cuarto Contadores	230	51,5	51,5	5	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,01	0,28	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Cuarto Protección Contra Incendios	230	51,5	51,5	20	2x1,5+TTx1,5Cu	0,22	15	0,05	0,31	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Lavabos Aseos Masculinos Primera Planta	230	61,2	61,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,27	15	0,07	0,34	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Aseo Masculino	230	36,2	36,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,04	0,31	H07Z1-K (AS)	16		

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado

Grado Ingeniería Eléctrica

Primera Planta														
Alumbrado Aseo Minusválido Masculino Primera Planta	230	36,2	36,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,04	0,31	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Lavabos Aseos Femeninos Primera Planta	230	61,2	61,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,27	15	0,07	0,34	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Aseo Femenino Primera Planta	230	36,2	36,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,04	0,31	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Aseo Minusválido Femenino Primera Planta	230	36,2	36,2	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,04	0,31	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Emergencias (E1)	230	75	75	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,33	15	0,15	0,41	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Pasillo Primera Planta Sector 2, Encendido 1	230	210	210	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,91	15	0,41	0,67	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC	
Alumbrado Pasillo Primera Planta Sector 2, Encendido 2	230	210	210	45	2x1,5+TTx1,5Cu	0,91	15	0,46	0,73	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Pasillo Segunda Planta Sector 2, Encendido 1	230	105	105	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,46	15	0,15	0,42	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Pasillo Segunda Planta Sector 2, Encendido 2	230	105	105	25	2x1,5+TTx1,5Cu	0,46	15	0,13	0,39	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Escaleras Primera y Segunda Planta	230	224	224	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,97	15	0,33	0,59	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Lavabos Aseos Masculinos Segunda Planta	230	61,2	61,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,27	15	0,09	0,35	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Aseo Masculino Segunda Planta	230	36,2	36,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,05	0,32	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Aseo Minusválido Masculino Segunda Planta	230	36,2	36,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,05	0,32	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Lavabos Aseos Femeninos Segunda Planta	230	61,2	61,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,27	15	0,09	0,35	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Aseo Femenino Segunda Planta	230	36,2	36,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,05	0,32	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Aseo Minusválido Femenino Segunda Planta	230	36,2	36,2	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,16	15	0,05	0,32	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Emergencias (E2)	230	80	80	45	2x1,5+TTx1,5Cu	0,35	15	0,18	0,44	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Pasillo Primera Planta Sector 3, Encendido 1	230	175	175	45	2x1,5+TTx1,5Cu	0,76	15	0,39	0,65	H07Z1-K (AS)	16	I.M. 2P 10, C	I.D. 2P 25, 30, AC	
Alumbrado Pasillo Primera Planta Sector 3, Encendido 2	230	175	175	40	2x1,5+TTx1,5Cu	0,76	15	0,34	0,61	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Pasillo Segunda Planta Sector 3, Encendido 1	230	105	105	30	2x1,5+TTx1,5Cu	0,46	15	0,15	0,42	H07Z1-K (AS)	16			
Alumbrado Pasillo Segunda Planta Sector 3, Encendido 2	230	105	105	35	2x1,5+TTx1,5Cu	0,46	15	0,18	0,44	H07Z1-K (AS)	16			

I.M. 2P 10, C I.D. 2P 25, 30, AC

I.M. 2P 10, C I.D. 2P 25, 30, AC

Alumbrado Exterior Planta Baja	230	595	595	35	2x1,5+TTx1,5Cu	2,59	15	1,02	1,29	H07Z1-K (AS)	16		
Alumbrado Emergencias (E3)	230	35	35	45	2x1,5+TTx1,5Cu	0,15	15	0,08	0,34	H07Z1-K (AS)	16		
Ascensor	230	325	325	20	2x2,5+TTx2,5Cu	2,86	21	0,37	0,63	H07Z1-K (AS)	20	I.M. 2P 16, C	I.D. 2P 25, 30, AC

(*) I.M.: Interruptor magnetotérmico
 4P: 4 polos (Tetrapolar)
 2P: 2 polos (Bipolar)
 C: Curva C (Disparo: 5 a 10 veces la I_n)

I.D.: Interruptor diferencial
 30: Sensibilidad (30 mA)
 AC: Tipo AC (Sensible sólo a corrientes de derivación alternas)

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. Condiciones técnicas para la ejecución de redes subterráneas de distribución en baja tensión.

3.1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

3.1.2. Campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Baja Tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.1.3. Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

3.1.3.1. Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

3.1.3.2. Apertura de zanjas

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

3.1.3.3. Canalización

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

3.1.3.3.1. Zanja

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares de B.T. dentro de una misma banda será como mínimo de 10 cm (25 cm si alguno de los cables es de A.T).

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

3.1.3.3.2. Cable directamente enterrado

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc.

formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

3.1.3.3.3. Cable entubado

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior al indicado en la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado, provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

3.1.3.3.4. Cruzamientos

Calles y carreteras.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón, y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado

Grado Ingeniería Eléctrica

los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Canalizaciones de agua y gas.

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.

No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos, etc), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

Depósitos de carburante.

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

3.1.3.3.5. Proximidades y paralelismos

Otros cables de energía eléctrica.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado

Grado Ingeniería Eléctrica

canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Canalizaciones de gas.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

3.1.3.4. Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

3.1.3.5. Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.

- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si ésto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

3.1.3.6. Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

3.1.3.7. Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

3.1.3.8. Identificación

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

3.1.3.9. Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

3.1.3.10. Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

3.1.3.11. Puesta a tierra

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

3.1.3.12. Montajes diversos

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

3.1.3.12.1. Armario de distribución

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

3.1.4. Materiales

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

3.1.5. Recepción de obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

3.2. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

3.2.1. Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la dirección técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.2.2. Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en memoria, planos y mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.2.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua(sistema tubos inclinado 15º)
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
- Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado

Grado Ingeniería Eléctrica

Tubos en canalizaciones enterradas

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

3.2.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

3.2.2.3. Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

3.2.2.4. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

3.2.2.5. Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

3.2.2.6. Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	
<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>	<u>≤ 16 mm</u>	<u>> 16 mm</u>
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
- Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
- Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

3.2.2.7. Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

3.2.2.8. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

3.2.2.9. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

3.2.2.10. Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

3.2.3. Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.2.3.1. Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.2.3.2. Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de sobredimensionado de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.2.3.3. Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.2.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MW)
MBTS o MBTP	250	³ 0,25
≤ 500 V	500	³ 0,50
> 500 V	1000	³ 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

3.2.4. Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.2.5. Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

3.2.6. Aparamenta de mando y protección

3.2.6.1. Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

3.2.6.2. Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas y sobretensiones de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

3.2.6.3. Guardamotores

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

3.2.6.4. Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

3.2.6.5. Interruptores diferenciales

1º La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envoltentes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envoltentes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envoltentes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envoltentes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envoltentes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- O bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;

- O bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

3.2.6.6. Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

3.2.6.7. Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

3.2.6.8. Prensaestopas y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

3.2.6.9. Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

3.2.7. Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- Carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- Rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero duro.
- Ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).
- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatístico sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Potencia del motor.
- Velocidad de rotación.
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo.

3.2.8. Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.2.8.1. Uniones a tierra

Tomas de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos;
- Pletinas, conductores desnudos;
- Placas;
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán de estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm²)

Sección conductores protección (mm²)

$$S_f \leq 16$$

$$16 < S_f \leq 35$$

$$S_f > 35$$

$$S_f$$

$$16$$

$$S_f/2$$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

3.2.9. Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

3.2.10. Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue,

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

3.2.11. Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

3.2.12. Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

3.2.13. Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

3.2.14. Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

ANEXO I: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1. MEMORIA

1.1. Antecedentes

Se redacta el presente proyecto de INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, por encargo del departamento de Ingeniería Eléctrica, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena, con domicilio social en Campus Muralla del Mar, C/ Dr. Fleming S/N. E-30202 (Cartagena), y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Murcia y del Excmo. Ayuntamiento de Águilas.

La finalidad del proyecto, es dotar al edificio de las instalaciones de protección contra incendios por agua necesarias para garantizar la extinción del fuego en caso de incendio.

1.2. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red eléctrica de alta tensión que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red eléctrica.

1.3. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, R.D. 1942/1993 de 5 de Noviembre (B.O.E. de 14 de diciembre de 1993).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI "Seguridad en caso de incendio".
- Reglas Técnicas del CEPREVEN (Centro de prevención de Daños y Pérdidas).
- Norma UNE-EN 671-1:2013 sobre Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas (BIES 25 mm).
- Norma UNE 23.091 de mangueras de impulsión para la lucha contra incendios.
- Norma UNE 23.400 para racores de conexión de 25, 45, 70 y 100 mm.
- Norma UNE 23410-1:1994 sobre Lanzas-boquilla de agua para la lucha contra incendios.
- Norma UNE 23.500:2012 para sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
- Norma UNE-EN 12845:2005+A2:2010 sobre Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.
- Norma EN 12259-1-2-3-4-5 sobre Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada.

- Normas UNE 23-405-90, 23-406-90 y 23-407-90 para hidrantes.
- Norma UNE 23008-2:1998 sobre Concepción de las instalaciones de pulsadores manuales de alarma de incendio.
- Normas UNE 23032, 23033, 23034 y 23035 sobre Seguridad contra incendios.
- Normas UNE-EN 1363, 1364, 1365, 1366, 1634 y 13381 sobre Ensayos de resistencia al fuego.
- Norma UNE-EN 13501 sobre Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.
- Normas UNE EN 1182, 1187, 1716, 9239-1, 11925-2, 13823, 13773, 13772, 1101, 1021-1, 1021-2 y 23727 sobre Ensayos de Reacción al fuego.
- Norma UNE-EN 26184 sobre Sistemas de protección contra explosiones.
- Norma UNE-EN 3-7:2004 sobre Extintores portátiles de Incendios.
- Normas UNE 23.501, 23.502, 23.503, 23.504, 23.505, 23.506 y 23.507 para sistemas de extinción por agua pulverizada.
- Normas UNE 23.521, 23.522, 23.523, 23.524, 23.525 y 23.526 para sistemas de extinción por espuma física de baja expansión.
- Normas UNE 23.541, 23.542, 23.543 y 23.544 para sistemas de extinción por polvo.
- Normas UNE 23585 y 12101 sobre Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos.
- Normas UNE-EN 1125, 179, 1154, 1155 y 1158 sobre Herrajes y dispositivos de apertura para puertas resistentes al fuego.
- Normas UNE 23033-1, 23034 y 23035-4 sobre Señalización en la Seguridad contra incendios.
- Norma EN 54-1-2-3-4-5-10-11 sobre Sistemas de detección y alarma de incendios.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Agua.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

1.4. Emplazamiento

El emplazamiento del edificio, al cual se va a dotar de las instalaciones de protección contra incendios, es en Avda. Del Carnaval, 107, Águilas (Murcia).

1.5. Descripción del edificio

El edificio consta de las siguientes plantas:

PLANTA BAJA: Consta de dependencias, con unas superficies útiles de m².

PLANTA PRIMERA: Consta de dependencias, con unas superficies útiles de m².

PLANTA SEGUNDA: Consta de dependencias, con unas superficies útiles de m².

1.6. Agentes extintores y adecuación a las distintas clases de fuego

Atendiendo al comportamiento ante el fuego de los diversos materiales combustibles, éstos se clasifican en:

- Clase A. Combustibles sólidos. Retienen el oxígeno en su interior, formando brasas.
- Clase B. Combustibles líquidos. Sólo arden en su superficie, que está en contacto con el oxígeno del aire.
- Clase C. Combustibles gaseosos. Gases naturales o artificiales.
- Clase D. Metales combustibles. Requieren para su extinción medios o agentes específicos, debido a las elevadas temperaturas que se desarrollan en su combustión o porque adquieren carácter explosivo.
- Clase E. Eléctricos. Cualquier combustible que arde en presencia de cables o equipos eléctricos bajo tensión.

Las formas de extinción más comunes son:

- Dilución. Retirada o eliminación del elemento combustible.
- Enfriamiento. Eliminación del calor para reducir la temperatura de ignición del combustible (lanzamiento de agua sobre las superficies calientes).
- Sofocación. Eliminación del oxígeno de la combustión (desplazamiento de éste con una determinada concentración de gas inerte o cubriendo la superficie en llamas con alguna sustancia o elemento incombustible).
- Rotura de cadena. Impidiendo la transmisión de calor de unas a otras partículas del combustible.

En función de esta clasificación se identifican las sustancias extintoras más apropiadas para los distintos tipos de fuego:

- Agua pulverizada. Actúa por sofocación (vapores), enfriamiento y por impacto sobre las llamas. Muy adecuada para fuegos de clase A y aceptable para clase B. En fuegos E puede emplearse finamente pulverizada.
- Agua a chorro. Actúa por sofocación (vapores), enfriamiento y por impacto sobre las llamas. Adecuada para fuegos de clase A, pero inaceptable en presencia de tensión

eléctrica.

- Espuma física. Mezcla de agua y espumógeno. Actúa por sofocación, impidiendo el contacto con el oxígeno de los vapores de la combustión al cubrir el combustible. Idónea para fuegos clase B y adecuada para clase A, pero inaceptable en presencia de tensión eléctrica.
- Polvo Químico. Actúa rompiendo la cadena de reacción del fuego. Asimismo, forma una capa sobre el combustible actuando por sofocación. No es conductor de la electricidad. Según la clase de fuego a extinguir, existe el polvo BCE (convencional), el ABCE (polivalente) y el específico para metales.
- Anhídrido carbónico (CO₂). Actúa por sofocación, desplazando el oxígeno. No es conductor de la electricidad. En concentraciones necesarias para extinción de incendios es muy peligroso. Se utiliza principalmente en fuegos C y E. Aceptable en fuegos A y B.

1.7. Instalaciones de protección contra incendios necesarias en los edificios

El Documento Básico SI debe aplicarse a las obras de nueva construcción y a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, excluidos los de uso industrial.

Uso Comercial

Este DB es de aplicación a todo edificio o establecimiento cuya actividad principal es la venta de productos directamente al público o la prestación de servicios relacionados con los mismos, incluyendo, tanto las tiendas y a los grandes almacenes, los cuales suelen constituir un único establecimiento con un único titular, como los centros comerciales, los mercados, las galerías comerciales, etc.

USO COMERCIAL

Extintores portátiles

- 1 extintor eficacia 21A-113B cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

Hidrantes exteriores

- Instalación en edificios si la altura de evacuación descendente excede de 28 m, si la ascendente excede de 6 m o si la superficie total construida es superior a 1.000 m².
- 1 hidrante por cada 10.000 m² o fracción.

Instalación automática extinción

- Instalación en edificios cuya altura de evacuación exceda de 80 m y en cocinas con potencia > 50 kW.
- Si la superficie total construida excede de 1.500 m², instalación en las áreas de venta en las que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida aportada por los productos comercializados sea mayor que 500 MJ/m².

Bocas de incendio equipadas

- Instalación en edificios si la superficie construida excede de 500 m².
- BIES 25 mm.

Alarma

- Instalación en edificios con superficie $> 1.000 \text{ m}^2$.

Detección

- Instalación en edificios con superficie $> 2.000 \text{ m}^2$. La condición de disponer detectores automáticos térmicos puede sustituirse por una instalación automática de extinción no exigida.

ZONAS DE RIESGO ESPECIAL EN EDIFICIOS DE USO COMERCIAL

- Riesgo bajo.

- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles, etc, con volumen construido $> 100 \text{ y } \leq 200 \text{ m}^3$.
- Almacén de residuos con superficie construida $> 5 \text{ y } \leq 15 \text{ m}^2$.
- Aparcamiento de vehículos de hasta 100 m^2 .
- Cocinas con potencia instalada $> 20 \text{ y } \leq 30 \text{ kW}$.
- Lavanderías, Vestuarios de personal y Camerinos con superficie construida $> 20 \text{ y } \leq 100 \text{ m}^2$.
- Salas de calderas con potencia útil nominal $> 70 \text{ y } \leq 200 \text{ kW}$.
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización.
- Salas de maquinaria frigorífica (refrigerante halogenado) con potencia $\leq 400 \text{ kW}$.
- Local de contadores de electricidad.
- Sala de maquinaria de ascensores.
- Almacenes en los que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida aportada por los productos almacenados sea $> 425 \text{ y } \leq 850 \text{ MJ/m}^2$ y cuya superficie debe ser:
 - En recintos no situados por debajo de la planta de salida del edificio con instalación automática de extinción, $< 2.000 \text{ m}^2$.
 - En recintos no situados por debajo de la planta de salida del edificio sin instalación automática de extinción, $< 1.000 \text{ m}^2$.
 - En recintos situados por debajo de la planta de salida del edificio con instalación automática de extinción, $< 800 \text{ m}^2$.
 - En recintos situados por debajo de la planta de salida del edificio sin instalación automática de extinción, $< 400 \text{ m}^2$.

- Riesgo medio.

- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles, etc, con volumen construido $> 200 \text{ y } \leq 400 \text{ m}^3$.
- Almacén de residuos con superficie construida $> 15 \text{ y } \leq 30 \text{ m}^2$.
- Cocinas con potencia instalada $> 30 \text{ y } \leq 50 \text{ kW}$.
- Lavanderías, Vestuarios de personal y Camerinos con superficie construida $> 100 \text{ y } \leq 200 \text{ m}^2$.
- Salas de calderas con potencia útil nominal $> 200 \text{ y } \leq 600 \text{ kW}$.
- Salas de maquinaria frigorífica (refrigerante amoníaco).
- Salas de maquinaria frigorífica (refrigerante halogenado) con potencia $> 400 \text{ kW}$.
- Almacén de combustible sólido para calefacción.
- Almacenes en los que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida aportada por los productos almacenados sea $> 850 \text{ y } \leq 3.400 \text{ MJ/m}^2$ y cuya superficie debe ser:
 - En recintos no situados por debajo de la planta de salida del edificio con instalación automática de extinción, $< 600 \text{ m}^2$.
 - En recintos no situados por debajo de la planta de salida del edificio sin instalación automática de extinción, $< 300 \text{ m}^2$.

- Riesgo alto.
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles, etc, con volumen construido $> 400 \text{ m}^3$.
- Almacén de residuos con superficie construida $> 30 \text{ m}^2$.
- Cocinas con potencia instalada $> 50 \text{ kW}$.
- Lavanderías, Vestuarios de personal y Camerinos con superficie construida $> 200 \text{ m}^2$.
- Salas de calderas con potencia útil nominal $> 600 \text{ kW}$.
- Almacenes en los que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida aportada por los productos almacenados sea $> 3.400 \text{ MJ/m}^2$ y cuya superficie debe ser:
 - En recintos no situados por debajo de la planta de salida del edificio con instalación automática de extinción, $< 25 \text{ m}^2$ y altura de evacuación $< 15 \text{ m}$.

Extintores portátiles

- 1 extintor eficacia 21A-113B en el exterior de locales de riesgo especial y próximo a las puertas de acceso. En el interior del local se instalarán los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos no sea mayor que 15 m si el riesgo es medio o bajo, o que 10 m si el riesgo es alto.
- En toda agrupación de locales de riesgo especial medio y alto cuya superficie construida total exceda de 1.000 m^2 , se instalarán extintores móviles de 50 kg de polvo, distribuidos a razón de 1 extintor por cada 1.000 m^2 de superficie que supere dicho límite o fracción.

Bocas de incendio equipadas

- Instalación BIES 45 mm en locales de riesgo alto, cuando el riesgo se deba a materias combustibles sólidas.

Instalación automática extinción

- Si la superficie total construida del establecimiento excede de 1.500 m^2 , instalación en los locales de riesgo medio y alto.

1.8. Bocas de incendio equipadas

Sistema compuesto por una fuente de abastecimiento, una red de tuberías y las propias BIE. Los diámetros normalizados son 45 mm y 25 mm.

Las BIES de 45 mm dispondrán de armario (empotrado, de superficie o en una hornacina con tapa), soporte de manguera (devanadera giratoria, soporte con la manguera enrollada en plegado doble o soporte con la manguera plegada en zig-zag), válvula de cierre manual (asiento plano o de otro tipo de apertura lenta), manómetro, manguera flexible plana de 45 mm equipada con racores de conexión y lanza-boquilla.

Las BIES de 25 mm dispondrán de armario (opcional), devanadera con abastecimiento axial, válvula de cierre manual o automática, manguera semirrígida de 25 mm, lanza-boquilla con cierre y, si procede, un dispositivo de cambio de dirección de la manguera.

La red de tuberías será de acero, convenientemente protegido frente a la corrosión. Las derivaciones a las BIE 45 mm suelen realizarse con tuberías de 1 1/2" y a las BIE 25 mm de 1".

La instalación de BIES cumplirá los siguientes requisitos:

- Estarán situadas a menos de 5 m de las salidas de cada sector de incendio.

- El radio de acción de una BIE es igual a la longitud de la manguera más 5 m. Todo el sector debe estar cubierto al menos por una BIE.
- La separación máxima entre BIES será de 50 m.
- La distancia máxima desde cualquier punto hasta la BIE más próxima será de 25 m.
- Con las dos BIES hidráulicamente más desfavorables en funcionamiento, se debe mantener durante una hora una presión mínima en punta de lanza de 2 bar. La presión máxima será de 5 bar. En establecimientos industriales con riesgo intrínseco alto la simultaneidad de funcionamiento será de 3 BIES y la autonomía de 90 minutos.
- Las BIES se colocarán con el lado inferior de la caja que las contenga a 120 cm del suelo. La caja tendrá unas dimensiones de 80x60x25 cm. En la tapa se rotulará, de color rojo, la siguiente inscripción: ROMPASE EN CASO DE INCENDIO.
- Se deberá mantener alrededor de cada boca de incendio equipada una zona libre de obstáculos que permita el acceso y maniobra sin dificultad.
- La disposición más adecuada es en los distribuidores, cruces de circulaciones en pasillos, accesos a escaleras, etc, de manera que posibiliten una actuación del tipo cruzado, es decir, según el mayor ángulo de apertura posible.
- Entre la toma de la red general y el pie de la columna se instalará una llave de paso y una válvula de retención.
- Se dispondrá además, en la fachada del edificio, una toma que permita la alimentación de la instalación por medio del tanque de bomberos, en caso de corte de suministro en la red general. Dicha canalización llevará una llave de paso y una válvula de retención.
- No se instalarán más de 4 equipos por planta alimentados por la misma columna.
- La columna alimentará además a uno o varios depósitos de 4 m³ de capacidad total, situados como mínimo 3 m por encima del equipo más elevado. Estarán provistos de llave de paso en su entrada y válvula de retención a la salida.
- En la derivación, desde la columna hasta los ramales, se instalará una llave de paso.
- Si la presión y/o caudal de suministro son insuficientes se intercalará en el distribuidor un depósito de 18 m³, un grupo motobomba y otro de presión. El grupo motobomba suministrará el caudal necesario para abastecer la instalación con la presión necesaria en pie de columna. El grupo de presión se colocará en paralelo con el grupo motobomba, permitiendo suplir las pequeñas pérdidas de carga.
- Se exige una prueba de estanquidad a una presión estática igual a la presión de servicio. La mínima presión de prueba será de 10 bar.

En general, la acometida desde la red general de distribución al sistema de BIES es independiente de la acometida de suministro de agua. No se instala contador a la entrada de la red de BIE, pero la Compañía puede instalar una válvula de registro que deberá permanecer, lógicamente, abierta.

1.9. Rociadores automáticos

Estas instalaciones pueden ser clasificadas como fijas y automáticas, dado que actúan sin mediación humana. En el momento en que detectan el incendio (por los propios rociadores o por un sistema de detección en algunos casos), se pone en marcha el sistema con la finalidad de lanzar una lluvia de agua sobre la zona donde se ha detectado el incremento de temperatura.

La existencia de un sistema de rociadores supone disponer en sí mismo de un medio de

detección (éstos se disparan por un incremento de temperatura) y alarma (al circular el agua por la válvula de control, se dispara una alarma acústica y se envía una señal a un centro de control). Así pues, con un solo sistema disponemos de tres funciones: detección, alarma y extinción, que se realizan de forma automática. El agua se lanza de forma localizada sobre una zona pequeña, lo que limita el volumen de agua necesario para extinguir el incendio.

1.9.1. Alcance de la protección por rociadores

Edificios y áreas a proteger

Todas las zonas de un edificio o de edificios en comunicación serán protegidas por rociadores, excepto en los casos indicados a continuación:

A/ Excepciones permitidas dentro del edificio.

- Lavabos y W.C. (excepto vestuarios) de construcción no combustible.
- Escaleras cerradas y conductos verticales cerrados (por ejemplo ascensores o conductos de servicio) que no contienen material combustible y que están contruidos como compartimentos resistentes al fuego.
- Salas protegidas por otros sistemas automáticos de extinción (por ejemplo gas, polvo y agua pulverizada).
- Procesos mojados, como por ejemplo el extremo mojado de máquinas de fabricación de papel.

B/ Excepciones necesarias.

- Silos o contenedores que contienen sustancias que se expanden en contacto con el agua.
- Cerca de hornos industriales, baños de sal, cucharas de fundición o equipos similares si el uso del agua tendiese a aumentar el riesgo.
- Zonas, salas o lugares donde el agua descargada de un rociador podría presentar un riesgo.

Almacenamiento al aire libre

La distancia entre materiales combustibles almacenados al aire libre y el edificio protegido por rociadores debe cumplir con las disposiciones reglamentarias en el lugar de uso.

Si no existen tales disposiciones, la distancia entre materiales combustibles almacenados al aire libre y el edificio protegido por rociadores no será inferior a 10 m ni a 1,5 veces la altura del material almacenado, a no ser que la separación tenga una resistencia al fuego de al menos 60 min.

Separación resistente al fuego

La separación entre una zona protegida por rociadores y otra no protegida tendrá una resistencia al fuego especificada por la autoridad competente y en ningún caso inferior a 60 min. Las puertas deben cerrarse solas, o cerrarse automáticamente en caso de incendio.

Distancia vertical entre los rociadores más altos y los más bajos

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

La distancia vertical entre el rociador más alto y el más bajo en una instalación (es decir, conectado a un solo puesto de control) no debe superar los 45 m.

1.9.2. Componentes del sistema de rociadores

Los componentes del sistema de rociadores serán:

- Cabeza rociadora. Conectada a la línea de tubería, descargará el agua en las condiciones previamente calculadas.
- Válvula de control y alarma. Conjunto que, conectado siempre a la línea de tubería que alimenta al sistema, controlará la descarga del agua y su presión, transmitirá las condiciones de alarma y dispondrá de medios para realizar pruebas y el vaciado del sistema.
- Circuito hidráulico de alarma. Línea de tubería conectada en un punto del sistema donde se manifiesta la descarga de agua por la válvula de control y alarma. A él se conectan las alarmas hidromecánicas y las alarmas de funcionamiento eléctrico.
- Dispositivo hidromecánico de alarma. Dispositivo que, conectado al circuito hidráulico de alarma, generará una alarma local sonora, utilizando el flujo de agua del circuito y medios mecánicos.
- Dispositivo eléctrico de alarma. Dispositivo que, conectado al circuito hidráulico de alarma y utilizando la presión del agua o conectado a una línea de tubería donde se produzca movimiento de la vena líquida, generará, al cerrar unos contactos eléctricos, alarmas acústicas y ópticas a distancia.
- Válvula de paso. Válvula que, normalmente abierta para funcionamiento del sistema, se cerrará manualmente para realizar operaciones de vaciado de éste.
- Líneas de tubería. Conducciones de agua del sistema, que van desde la válvula de control y alarma hasta las cabezas rociadoras.
- Soporte de tubería. Elementos metálicos utilizados para soportar las líneas de tuberías en los elementos estructurales del local a proteger.

1.9.3. Clasificación de rociadores

En lo que respecta a las cabezas rociadoras se distinguen dos grandes grupos:

- Tipo abierto. Se emplearán para sistemas de rociadores de inundación.
- Tipo cerrado. Son los denominados rociadores automáticos. Su orificio de descarga está cerrado por un disco que soporta el empuje de la presión del agua por medio de un mecanismo que solamente se libera cuando es activado por una temperatura predeterminada.

Los rociadores automáticos constarán de un cuerpo, un deflector y un dispositivo de disparo.

Atendiendo a la forma de descargar el agua y posición de montaje, los rociadores automáticos pueden ser de los siguientes tipos:

- Montante. Con el deflector hacia arriba.
- Colgante. Con el deflector hacia abajo.
- Convencional. Descarga de tipo esférico hacia abajo, pero una parte del agua sube para mojar el techo.
- Normal. Descarga de tipo semiesférico hacia abajo, pero una parte del agua puede subir, o no, para mojar el techo.
- De pared. Situados sobre una pared, proyectan el agua hacia un lado.
- Colgante seco. Se utilizan en sistemas de tubería seca o alternos.
- Montante seco. Se utilizan en casos especiales de protección de espacios con posibilidad de heladas.

Se fabrican de tres dimensiones de orificio: 10 mm, 15 mm y 20 mm.

Atendiendo al tipo de dispositivo de disparo, pueden ser:

- Tipo fusible. Constituidos por una aleación eutéctica que en estado sólido sujeta las piezas del mecanismo de disparo y al fundir las libera.
- Tipo ampolla. Constituido por un líquido contenido en una ampolla de vidrio o cuarzo que con la elevación de la temperatura genera una sobrepresión y produce su rotura.

1.9.4. Clasificación de las válvulas de control y alarma

Las válvulas de control y alarma pueden ser:

- Normalmente cerradas. Necesitan una orden, hidráulica, eléctrica o neumática proveniente de un sistema de detección, para abrir el paso de agua.
- Normalmente cerradas por la presión propia del agua o aire del sistema. Abren automáticamente, para dar la alarma, al bajar dicha presión por la apertura de una o varias cabezas rociadoras.

1.9.5. Clasificación de las conducciones

Las conducciones pueden ser:

- Ramales de rociadores. A ellos se conectan las cabezas rociadoras.
- Secundarias o cruces. Alimentan a los ramales de rociadores.
- Principales. Alimentan a las líneas secundarias.
- Ascendentes. Líneas principales verticales que nacen en la válvula de control y alarma y alimentan a diferentes niveles de líneas de tubería.
- Línea de ensayo. Tubería que nace en el extremo del ramal de rociadores más alejado de la válvula de control y alarma y que con la misma dimensión que aquel, desciende hasta

una altura al alcance de una persona, terminando en una válvula de ensayo a la que se conecta un orificio de descarga igual al de las cabezas rociadoras del sistema.

Los Detectores de incendio solamente se utilizarán para los sistemas de rociadores con válvula de control y alarma en sistemas de acción previa y de inundación. El panel de control recibirá la señal de detección y transmitirá la orden de disparo a la válvula de control y alarma. El panel incorporará, como mínimo, alarmas de detección, de disparo, de descarga, de avería y conmutador de tres posiciones para accionamiento manual, automático y fuera de servicio.

Se consideran los siguientes tipos de sistemas de rociadores:

- Sistemas de rociadores automáticos (cabeza cerrada) de:
 - Tubería mojada.
 - Tubería seca.
 - Tubería de uso alterno (mojada y seca).
 - De acción previa.
- Sistemas de inundación que utilizan rociadores abiertos o pulverizadores de media o alta velocidad.

Las tuberías de la red de rociadores deben estar protegidas exteriormente contra la corrosión, aunque interiormente no lo estén (acero calidad de acabado "negra"). Para el circuito hidráulico de alarma se utilizarán tuberías de acero "galvanizadas". No se permitirá empotrar las tuberías en hormigón o fábrica de construcción. Las tuberías serán capaces de soportar una presión no inferior a 150 mca y se conectarán a la red general independientemente de la de fontanería del edificio.

Toda la red de tuberías del sistema de rociadores automáticos tendrá una pendiente adecuada que permita el total vaciado del sistema, dotando a éste de válvulas de vaciado en los puntos bajos que lo requieran, y siempre una en la válvula de control y alarma. Las pendientes de las líneas de tubería serán:

- 2 % para sistemas de tubería mojada.
- 4 % para sistemas de uso alterno con tuberías de 50 mm de diámetro y superiores.
- 12 % para sistemas de uso alterno con tuberías menores de 50 mm de diámetro.

La toma de alimentación, en la fachada, permitirá mediante canalización alimentar la instalación por medio del tanque de bomberos en caso de corte de suministro en la red general. Dicha canalización llevará llave de paso y válvula de retención.

Si la presión y/o el caudal son insuficientes se instalará un depósito acumulador de 60 m³ del cual se alimentará un grupo motobomba y otro de presión.

1.9.6. Clasificación de riesgos

La peligrosidad del incendio existente en los locales a proteger (clase de riesgo), condiciona el diseño de la instalación. La clasificación depende del uso y carga de fuego.

Existen las siguientes clases de riesgo:

RIESGO LIGERO

Incluye usos con baja carga de fuego y combustibilidad y que no tengan ninguna superficie superior a 126 m² con resistencia al fuego de al menos 30 min.

Ejemplos de Riesgo Ligero (RL).

- Colegios y otros centros de enseñanza (algunas zonas).
- Oficinas (algunas zonas).
- Cárceles.

RIESGO ORDINARIO

Incluye usos donde se procesan o fabrican materiales combustibles con carga de fuego y combustibilidad medios.

El riesgo ordinario se subdivide en cuatro grupos:

- Grupo 1 (RO1).

- Fábricas de cemento.
- Talleres de chapistería.
- Mataderos, lecherías.
- Hospitales.
- Hoteles.
- Bibliotecas (no librerías).
- Restaurantes.
- Colegios.
- Oficinas.
- Salas de ordenadores.
- Despachos.

- Grupo 2 (RO2).

- Laboratorios fotográficos y fábricas de carretes.
- Fábricas y talleres de coches.
- Panaderías.
- Cervecerías.
- Fábricas de galletas, chocolate y dulces.
- Laboratorios.
- Lavanderías.
- Parkings.
- Museos.
- Fábricas de productos de piel.

- Grupo 3 (RO3).

- Fábricas de vidrio o cristal.
- Fábricas de tinte y jabón.
- Fábricas de electrónica y electrodomésticos (radios, neveras, lavadoras, etc).
- Fábricas de piensos y cereales, alimentos deshidratados.
- Fábricas de sopa.
- Azuqueras.
- Emisoras y estudios de grabación.
- Estaciones de tren.
- Salas de maquinaria.
- Talleres de encuadernación.

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

- Fábricas de cartón y papel.
- Imprentas.
- Fábricas de cables.
- Inyección de plásticos.
- Productos de plástico no expandido y de caucho.
- Fábricas de fibra sintética (excepto acrílico).
- Vulcanización.
- Grandes almacenes y centros comerciales.
- Fábricas de moquetas (excepto espuma de plástico o caucho), tejidos, ropa, panel de fibra, calzado, género de punto, lino, colchonería (excepto espuma de plástico), confección, tejidos de lana.
- Carpinterías, fábricas de muebles (sin espuma de plástico), tiendas de muebles, fábricas de tapicerías (sin espuma de plástico).
- Zonas de pintura.

- Grupo 4 (RO4).

- Fábricas de cera y fósforos.
- Talleres de pintura.
- Destilerías de alcohol.
- Cines y teatros.
- Salas de concierto.
- Fábricas de tabaco.
- Reciclaje de papel y cartón.
- Fábricas de cuerda.
- Salas de exhibición, centros feriales.
- Preparación de algodón, lino y cáñamo.
- Serrerías.
- Fábricas de panel de madera conglomerada, contrachapada, etc.

Las instalaciones que protegen riesgos ordinarios pueden proteger eficazmente riesgos de almacenamiento en altura, ya sean de productos acabados, semiacabados o de materias primas para su ulterior elaboración, siempre y cuando se cumpla:

1/ Para Riesgos Ordinarios Grupo 1 (RO1), Grupo 2 (RO2) y Grupo 3 (RO3), la protección será diseñada al menos para el RO3. Para Riesgo Ordinario Grupo 4 (RO4), el almacenamiento será clasificado como Riesgo Extra, Almacenamiento (REA).

2/ La superficie de almacenamiento de un solo bloque no debe superar los 50 m², con un espacio libre alrededor del bloque no inferior a 2,4 m.

3/ No se superarán las alturas máximas de almacenamiento indicadas a continuación:

<u>Categoría de almacenamiento</u>	<u>Altura máxima de almacenamiento (m)</u>	
	<u>ST1</u>	<u>ST2, ST3, ST4, ST5, ST6</u>
Categoría I	4,00	3,50
Categoría II	3,00	2,60
Categoría III	2,10	1,70
Categoría IV	1,20	1,20

Siendo:

- ST1: Libre o en bloques.

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ
Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

- ST2: Paletas autoportantes en filas sencillas (pasillos de no menos de 2,4 m de ancho)
- ST3: Paletas autoportantes en filas múltiples (incluyendo las dobles).
- ST4: Estantería paletizada.
- ST5: Estantes sólidos o abiertos hasta 1 m de ancho.
- ST6: Estantes sólidos o abiertos de más de 1 m y no más de 6 m de ancho.

Para alturas superiores, los almacenamientos se clasificarán como Riesgo Extra, Almacenamiento (REA). Las categorías quedan definidas en el apartado siguiente (riesgo extraordinario, almacenamiento).

RIESGO EXTRAORDINARIO

Es el que se presenta en:

- Riesgo de proceso. Incluye usos donde los materiales tienen una elevada carga de fuego y combustibilidad y pueden favorecer la intensidad o rápida propagación del fuego.

El riesgo de proceso, a su vez, se subdivide en 4 grupos:

- Grupo 1 (REP1).
 - Fábricas de telas de suelo y linóleo.
 - Fábricas de pintura y barniz.
 - Fábricas de resina, carbón y aguarrás.
 - Fábricas de caucho sintético.
 - Fábricas de lana de madera.
- Grupo 2 (REP2).
 - Fábricas de material para encender hogares.
 - Fábricas de espumas de plástico tipo M3.
 - Espuma de caucho, excepto M4.
 - Destilación de alquitrán.
 - Depósitos de autobuses, camiones sin carga y vagones de tren.
- Grupo 3 (REP3).
 - Fábricas de nitrato de celulosa.
- Grupo 4 (REP4).
 - Fábricas de fuegos artificiales.
- Riesgo de almacenamiento en altura. Areas de almacén donde las alturas de almacenamiento exceden los límites que se indican en el riesgo ordinario.

El Riesgo Extra, Almacenamiento - REA, se subdivide en cuatro categorías:

- REA1. Riesgo Extra Almacenamiento Categoría I.
- REA2. Riesgo Extra Almacenamiento Categoría II.
- REA3. Riesgo Extra Almacenamiento Categoría III.
- REA4. Riesgo Extra Almacenamiento Categoría IV.

El riesgo de fuego en productos almacenados es función tanto de la combustibilidad de los materiales almacenados, incluyendo el embalaje, como de la configuración del almacenamiento.

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

Para obtener los criterios de diseño para productos almacenados se seguirá el siguiente procedimiento:

1º/ Determinar si se trata de un riesgo especial. Los siguientes productos requieren una consideración especial:

- Aerosoles.
- Ropa colgada en almacenamiento múltiple.
- Almacenamiento de líquido inflamable.
- Paletas vacías.
- Licores alcohólicos a granel en barriles de madera.
- Fibra sintética sin tejer.
- Contenedores de polipropileno o polietileno.

2º/ Si los productos almacenados y su embalaje contienen plástico o goma, y no se encuentran clasificados en la lista anterior, se determinará la Categoría del Almacenamiento considerando el "factor del material" y la "configuración de los productos."

- Factor de material 1.

Comprende productos no combustibles en material de embalaje combustible y productos de combustibilidad media o baja en material de embalaje combustible o incombustible, así como productos con poco contenido de plástico como los siguientes:

- Productos con un contenido de plástico sin expandir inferior al 5 % por peso (incluyendo la paleta).
- Productos con un contenido de plástico expandido inferior al 5 % por volumen.

Ejemplos:

- Componentes metálicos con o sin embalaje de cartón sobre paletas de madera.
- Comestibles en polvo en sacos.
- Comestibles en lata.
- Tela no sintética.
- Productos de cuero.
- Productos de madera.
- Cerámica en cajas de cartón o madera.
- Herramientas metálicas en embalaje de cartón o madera.
- Líquidos no inflamables en recipientes de plástico en cajas de cartón o botellas de vidrio.
- Electrodomésticos grandes (con poco embalaje).

- Factor de material 2.

Comprende materiales con un contenido energético superior a los del factor 1, como por ejemplo los que contienen plásticos en cantidades superiores:

- Productos con un contenido de plástico sin expandir inferior al 15 % por peso (incluyendo la paleta).
- Productos con un contenido de plástico expandido inferior al 25 % por volumen.

Ejemplos:

- Muebles de madera o metal con asientos de plásticos.
- Equipos eléctricos con componentes o embalaje de plástico.

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

- Cables eléctricos en bobinas o en cartón.
- Tejidos sintéticos.

- Factor de material 3.

Comprende materiales predominantemente de plástico sin expandir o con un contenido energético similar:

- Productos con un contenido de plástico sin expandir superior al 15 % por peso (incluyendo la paleta).
- Productos con un contenido de plástico expandido inferior al 40 % por volumen.

Ejemplos:

- Baterías de automóvil sin electrolito.
- Carteras de plástico.
- Ordenadores personales.
- Vajillas y cubertería de plástico sin expandir.

- Factor de material 4.

Comprende materiales predominantemente de plástico expandido (superior al 40 % en volumen) o con un contenido energético similar.

Ejemplos:

- Colchones de espuma.
- Embalaje de poliestireno expandido.
- Tapicería de espuma.

- Impacto de la configuración de almacenamiento.

Una vez determinado el factor de material, se establecerá la categorización más apropiada en función de la configuración del almacenamiento.

<u>Configuración de almacenamiento</u>	<u>Factor de material</u>			
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
- Contenedor expuesto de plástico con Cat. IV contenido no combustible				
- Recipientes que no contienen líquidos combustibles	Cat. I	Cat. I	Cat. I	
- Recipientes pequeños (≤ 50 l) que contienen sólidos no combust.	Cat. II	Cat. II	Cat. II	
- Recipientes grandes (> 50 l) que contienen sólidos no combust.	Cat. III	Cat. III	Cat. III	
- Superficie expuesta de plástico sin expandir	Cat. III	Cat. III	Cat. III	Cat. IV
- Superficie expuesta de plástico expandido Cat. IV		Cat. IV	Cat. IV	Cat. IV

- Estructura abierta	Cat. II	Cat. II	Cat. III	Cat. IV
- Material en bloques sólidos	Cat. I	Cat. I	Cat. II	Cat. IV
- Material en grano o en polvo Cat. IV		Cat. I	Cat. II	Cat. II
- Ninguna configuración especial	Cat. I	Cat. II	Cat. III	Cat. IV

3º/ Si los productos almacenados no se encuentran clasificados en las listas anteriores, se determinará la Categoría del Almacenamiento directamente en función de dichos productos. Esta categorización es aplicable cuando el material de embalaje de los productos, con o sin paletas, no constituya mayor riesgo que una caja de cartón o un solo nivel de cartón laminado.

- Categoría I.

- Adhesivos.
- Artículos de metal.
- Carne fría o congelada.
- Cerámica.
- Cerveza.
- Comestibles enlatados en cajas de cartón y bandejas.
- Cordel de fibra natural.
- Cristalería vacía.
- Cuerda de fibra natural.
- Electrodomésticos.
- Fibra de vidrio sin fabricar o elaborar.
- Granos en sacos.
- Líquidos espirituosos en botellas de vidrio en cajas.
- Pinturas, a base de agua.
- Vajilla.
- Zapatos.

- Categoría II.

- Algodón, embalado.
- Almohadas de plumas y plumón.
- Artículos de cuero.
- Azúcar en bolsas o sacos.
- Baterías, celda seca o húmeda.
- Cable o alambre eléctrico.
- Cajas de cartón livianas vacías.
- Cajas de cartón encerado, sin montar.
- Cáñamo.
- Carbón vegetal.
- Carbón en polvo.
- Cartón (excepto laminado), rollos horizontales.
- Cartón (todos los tipos), almacenado plano.
- Celulosa embalada, sin nitrato de acetato.
- Cereales en cajas.
- Cerveza (Recipientes en cajas de madera).
- Colchones.
- Comestibles, en sacos.
- Confitería.
- Corcho.

- Eстера de hojas de cocotero.
- Fertilizante, sólido.
- Fibras de lino.
- Fibras vegetales.
- Géneros de punto.
- Harina, en sacos y bolsas de papel.
- Jabón soluble en agua.
- Leche en polvo, en bolsas o sacos.
- Libros.
- Madera conglomerada o contrachapada (almacenada plana).
- Madera en láminas.
- Madera - pulpa (embalada).
- Maderos cortados con sierra.
- Maderos sin cortar.
- Material de oficina.
- Mobiliario de madera.
- Mobiliario tapizado, con fibras y materiales naturales, pero excluyendo los plásticos.
- Moquetas, sin revestimiento de espuma.
- Panel de fibra prensada.
- Papel, hojas almacenadas horizontalmente.
- Papel (peso ≥ 5 kg/100 m², ejemplo papel periódico) en rollos horizontales.
- Papel asfáltico, rollos horizontales.
- Papel - pulpa, en rollos o embalado.
- Piel y abrigos de piel, planas en cajas.
- Piel y cueros.
- Pulpa de celulosa.
- Resinas, excluyendo líquidos inflamables.
- Ropa.
- Tabaco, hoja y artículos terminados.
- Tela asfáltica, rollos horizontales.
- Tela de lana o algodón.
- Tela de lino.
- Trapos, sueltos o embalados.
- Yute.

- Categoría III.

- Cajas de cartón pesadas vacías.
- Cajas de cartón encerado, montadas.
- Cartón (excepto laminado), rollos verticales.
- Cartón (laminado), rollos horizontales.
- Cerillas y fósforos.
- Cestería y mimbre.
- Esparto, suelto o embalado.
- Linóleo.
- Lonas impregnadas de alquitrán.
- Losetas de moqueta.
- Maderos cortados con sierra, en pilas ventiladas.
- Papel (peso < 5 kg/100 m², ejemplo papel tisú) en rollos horizontales.
- Papel (peso ≥ 5 kg/100 m², ejemplo papel periódico) en rollos verticales.
- Papel asfáltico en rollos verticales.
- Papel bituminizado.
- Papel - desecho.
- Teas (barbacoa).
- Tela asfáltica en rollos verticales.

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

- Tela de fibra sintética, almacenada en plano.
- Velas (cera).

- Categoría IV.

- Cartón laminado, rollos verticales.
- Cera (parafina).
- Madera - lana, embalada.
- Neumáticos almacenados horizontalmente.
- Panel contrachapado.
- Papel (peso < 5 kg/100 m², ejemplo papel tisú) en rollos verticales.

1.9.7. Criterios de diseño hidráulicos

El diseño de un sistema de rociadores automáticos se hace en base a la siguiente tabla:

Clase de riesgo	d(mm/min)	S(m ²)mojada o acc.p.	S(m ²) seca o alterna	s(m ²)	t(min)
Alt.máx.alm.					

Ligero	2,25	84	No permit. (usar RO1)	21	30
--------	------	----	-----------------------	----	----

Ordinario

RO1	5	72	90	12	60
RO2	5	144	180	12	60
RO3	5	216	270	12	60
RO4	5	360	No permit. (usar REP1)	12	60

Extraordinario de proceso

REP1	7,5	260	325	9	90
REP2	10	260	325	9	90
REP3	12,5	260	325	9	90
REP4	diluvio	no aplicable	no aplicable		

Extraordinario almacenamiento en altura

- ST1:

Categoría I	7,5	260	9	90	5,30
	10	260		9	90
	6,50	12,5	260		9
	7,60				90
Categoría II	7,5	260	9	90	4,10
	10	260		9	90
	5,00	12,5	260		9
	5,90				90
	15	260	9	90	6,70
	17,5	260		9	90
	7,50				

Categoría III	7,5		260		9	90	2,90	
		10		260		9	90	
	3,50		12,5		260		9	90
	4,10							
		15		260		9	90	4,70
		17,5		260		9	90	
	5,20							
		20		300		9	90	5,70
		22,5		300		9	90	
	6,30							
		25		300		9	90	6,70
		27,5		300		9	90	
	7,20							
Categoría IV	7,5		260		9	90	1,60	
		10		260		9	90	
	2,00		12,5		260		9	90
	2,30							
		15		260		9	90	2,70
		17,5		260		9	90	
	3,00							
		20		300		9	90	3,30
		22,5		300		9	90	
	3,60							
		25		300		9	90	3,80
		27,5		300		9	90	
	4,10							
		30		300		9	90	4,40
- ST2 y ST4:								
Categoría I	7,5		260		9	90	4,70	
		10		260		9	90	
	5,70		12,5		260		9	90
Categoría II	6,80							
		7,5		260		9	90	3,40
		10		260		9	90	
	4,20		12,5		260		9	90
	5,00							
		15		260		9	90	5,60
		17,5		260		9	90	
	6,00							
Categoría III	7,5		260		9	90	2,20	
		10		260		9	90	
	2,60		12,5		260		9	90
	3,20							
		15		260		9	90	3,70
		17,5		260		9	90	
	4,10							
		20		300		9	90	4,40
		25		300		9	90	
	5,30							
		30		300		9	90	6,00

Categoría IV	7,5		260		9	90	1,60	
		10	260			9	90	
	2,00		12,5	260			9	90
	2,30							
		15	260		9	90	2,70	
		17,5	260			9	90	
	3,00							
		20	300		9	90	3,30	
		25	300			9	90	
	3,80							
		30	300		9	90	4,40	
- ST3, ST5 y ST6:								
Categoría I	7,5		260		9	90	4,70	
		10	260			9	90	
	5,70							
Categoría II	7,5		260		9	90	3,40	
		10	260			9	90	
	4,20		12,5	260			9	90
	5,00							
Categoría III	7,5		260		9	90	2,20	
		10	260			9	90	
	2,60		12,5	260			9	90
	3,20							
Categoría IV	7,5		260		9	90	1,60	
		10	260			9	90	
	2,00		12,5	260			9	90
	2,30							
		15	260		9	90	2,70	
		17,5	260			9	90	
	3,00							

Siendo:

d = Densidad de diseño mínima, densidad aplicación agua (mm/min o l/m²·min).

S = Area de operación, área supuesta de funcionamiento (m²). Mojada o acción previa, Seca o alterna.

s = Superficie máxima cubierta por un rociador automático (m²).

t = tiempo de funcionamiento (min).

Configuraciones de almacenamiento:

- ST1: Libre o en bloques.
- ST2: Paletas autoportantes en filas sencillas (pasillos de no menos de 2,4 m de ancho)
- ST3: Paletas autoportantes en filas múltiples (incluyendo las dobles).
- ST4: Estantería paletizada.
- ST5: Estantes sólidos o abiertos hasta 1 m de ancho.
- ST6: Estantes sólidos o abiertos de más de 1 m y no más de 6 m de ancho.

Notas:

- El criterio de diseño es para instalaciones con protección sólo en techo. La distancia vertical entre la altura máxima permitida de almacenamiento y los rociadores del techo no debería superar los 4

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado

Grado Ingeniería Eléctrica

m.

- Para alturas de almacenamiento que sobrepasen los límites indicados o donde la distancia entre la parte superior del almacenamiento y el techo supere los 4 m, se requerirán rociadores intermedios en las estanterías. Para el diseño de estos rociadores intermedios se aplicará la norma UNE-EN 12845, Diseño, Instalación y mantenimiento, apdo. 7.2.3.
- Para la determinación de la altura máxima permitida de almacenamiento se tomará el valor más alto de la tabla, o la distancia vertical desde el suelo hasta el deflector de los rociadores menos 1 m, si ésta es inferior.
- Es aconsejable evitar los sistemas secos y alternos en REA, especialmente en el caso de los productos de mayor combustibilidad (las categorías altas) y de los almacenamiento más altos. Si a pesar de ello fuera necesario instalar un sistema seco o alternativo, el área de operación se aumentará en un 25 %.

El número mínimo de rociadores a colocar para proteger el local se obtiene como cociente entre la superficie total del local y el área máxima que cubre un rociador (s). Una vez ubicados los rociadores, el cálculo hidráulico se realizará teniendo en cuenta que sólo actuarán los que cubran el área S más desfavorable desde el punto de vista hidráulico. El caudal mínimo necesario por cada rociador se obtendrá como producto de la densidad mínima "d" por el área que realmente cubre el rociador. No obstante, dado que el valor de "s" es un máximo, fijando el caudal mínimo en cada rociador como el producto d·s, estaremos del lado de la seguridad.

Las instalaciones mojadas estarán presurizadas permanentemente. No deberán ser instaladas en edificios donde exista la posibilidad de daños por hielo, ni donde la temperatura ambiente pueda superar los 95 °C. Las instalaciones mojadas son las únicas que pueden ser alimentadas en anillo o en rejilla. A ser posible, los rociadores se instalarán en posición montante. La superficie máxima controlada por un solo puesto de control mojado no debe superar los límites indicados a continuación:

<u>Riesgo</u>	<u>Superficie máxima protegida (m²)</u>
RL	10.000
RO, incluyendo los rociadores de RL, si los hay	12.000
RE, incluyendo los rociadores de RO y RL, si los hay	9.000

Las instalaciones secas están normalmente presurizadas con aire o gas inerte aguas abajo de la válvula de alarma y con agua a presión aguas arriba de la válvula de alarma. Sólo se instalarán donde exista la posibilidad de daños por hielo o la temperatura supere los 70 °C, por ejemplo en hornos de secado. Excepto donde se usen rociadores secos colgantes o de pared, los rociadores se instalarán en posición montante. El volumen neto de la tubería aguas abajo del puesto de control no superará el valor indicado a continuación, a no ser que un cálculo y una prueba demuestren que el tiempo transcurrido entre la apertura de un rociador y la descarga de agua sea inferior a 60 s.

<u>Tipo de instalación</u>	<u>Volumen máximo (m³)</u>	
	<u>RL y RO</u>	<u>RE</u>
Sin acelerador o descargador	1,5	-
Con acelerador o descargador	4,0	3,0

Las instalaciones alternas incorporan una válvula combinada de alarma o un conjunto combinado que comprende una válvula de alarma mojada y otra seca. Durante el invierno, la tubería aguas abajo de la válvula de alarma se presuriza con aire o gas inerte y el resto de la instalación aguas arriba de la válvula se presuriza con agua. Durante el resto del año, la instalación

funciona como una instalación mojada. Excepto donde se usen rociadores secos colgantes o de pared, los rociadores se instalarán en posición montante. El volumen neto de la tubería aguas abajo del puesto de control no superará el valor indicado anteriormente para tuberías secas.

Las instalaciones de acción previa serán de dos tipos:

- Tipo A. Es una instalación seca en la que el puesto de control es activado por un sistema de detección automática, pero no por la operación de los rociadores.
- Tipo B. Es una instalación seca en la que el puesto de control es activado por un sistema de detección automática o por el funcionamiento de los rociadores.

Los rociadores se dispondrán, preferiblemente, en posición montante.

Para cualquier sistema, se mantendrá siempre un espacio libre debajo del deflector de techo de al menos:

A) RL y RO:

- 0,3 m para rociadores de pulverización plana.
- 0,5 en los demás casos.

B) REP y REA:

- 1,0 m.

Cuando los rociadores estén dispuestos de forma normal (alineados), la separación (S) entre rociadores de un mismo ramal, o la separación (D) entre ramales adyacentes, será la siguiente:

- 4,6 m máximo para riesgo ligero.
- 4,0 m máximo para riesgo ordinario.
- 3,7 m máximo para riesgo extraordinario.

Además, debe cumplirse que el producto $S \times D$ sea inferior a:

- 21 m² para riesgo ligero.
- 12 m² para riesgo ordinario.
- 9 m² para riesgo extraordinario.

Cuando los rociadores estén dispuestos al tresbolillo, la separación (S) entre rociadores de un mismo ramal será la siguiente:

- 4,6 m máximo para riesgo ligero.
- 4,6 m máximo para riesgo ordinario.
- 3,7 m máximo para riesgo extraordinario.

Cuando los rociadores estén dispuestos de forma al tresbolillo, la separación (D) entre ramales adyacentes será la siguiente:

- 4,6 m máximo para riesgo ligero.
- 4,0 m máximo para riesgo ordinario.
- 3,7 m máximo para riesgo extraordinario.

La distancia a muros desde los rociadores más próximos a ellos será como máximo la mitad

MIGUEL ÁNGEL LORENZO LÓPEZ

Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería Eléctrica

de S o D y siempre inferior a 2,00 m para distribución normal y a 2,30 m para distribución al tresbolillo.

No se instalarán rociadores a intervalos inferiores a 2 m. Siempre que sea posible se situarán con el deflector entre 7,5 y 15 cm bajo el techo. Nunca se instalarán a más de 30 cm bajo la parte inferior de los techos combustibles ni a más de 45 cm bajo los techos de Euroclase A1 o A2. La distancia entre el borde de las campanas de extracción y los rociadores más próximos no será superior a 1,5 m.

Los sistemas de rociadores serán diseñados de manera que ningún rociador se someta a una presión de trabajo o estática superior a 12 bar, salvo durante las pruebas. La velocidad media será inferior a 6 m/s en cualquier válvula o dispositivo de control de caudal o 10 m/s en cualquier otro punto del sistema.

La presión en el rociador más desfavorable cuando estén funcionando todos los rociadores del área de operación, será igual o superior a:

- 0,70 bar en RL.
- 0,35 bar en RO.
- 0,50 bar en REP y REA, excepto en el caso de rociadores intermedios.
- 2,00 bar para rociadores intermedios.

El caudal unitario de cada rociador se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Q = k \sqrt{P}$$

Siendo:

Q: Caudal en l/min.

P: Presión en bar.

K: Constante en función del riesgo.

- 57 (\varnothing 10 mm) en RL.
- 80 (\varnothing 15 mm) en RO.
- 80 (\varnothing 15 mm) ó 115 (\varnothing 20 mm) en REP y REA cuando la densidad de diseño es ≤ 10 mm/min.
- 115 (\varnothing 20 mm) en REP y REA cuando la densidad de diseño es > 10 mm/min
- 80 (\varnothing 15 mm) ó 115 (\varnothing 20 mm) en REA, rociadores intermedios.

Según el tipo de riesgo se obtienen los siguientes caudales mínimos por rociador:

- Riesgo ligero: 10 mm (47,69 lpm), K: 57 y Pmin: 0,7 bar.
- Riesgo ordinario: 15 mm (47,33 lpm), K: 80 y Pmin: 0,35 bar.
- Riesgo extraordinario: 15 mm (56,57 lpm, k: 80, Pmin: 0,5 bar) ó 20 mm (81,32 lpm, k: 115, Pmin: 0,5 bar).
- Riesgo extraordinario REA, rociadores intermedios: 15 mm (113,14 lpm, k: 80, Pmin: 2 bar) ó 20 mm (162,63 lpm, k: 115, Pmin: 2 bar).

No se usará ningún diámetro inferior a 20 mm en RL y en RO y RE con tubo horizontal y montante conectando un rociador con $K \leq 80$. Para el resto de casos el diámetro mínimo será de 25 mm.

1.10. Hidrantes exteriores

Son equipos ubicados en el exterior del edificio que permiten el ataque directo con mangueras. Se suelen utilizar en establecimientos industriales, en función de la configuración y riesgo intrínseco del edificio.

Existen diferentes tipos de hidrantes:

- Hidrantes de columna seca. La columna sólo se llena al abrir la válvula que cierra el paso del agua, accionada desde la parte superior, pero con el mecanismo de cierre en la parte inferior. Incorpora válvula de drenaje, para proceder a su vaciado una vez usado.
- Hidrantes de columna húmeda. La columna se encuentra llena de agua, por lo que las válvulas de apertura suelen estar directamente unidas a las salidas.

En ambos casos, las conexiones de salida normalizadas son:

Tipo 80 mm: Provisto de 2 bocas de 45 mm y una de 70 mm (Caudal total suministrado: 500 l/min).

Tipo 100 mm: Provisto de 2 bocas de 70 mm y una de 100 mm (Caudal total suministrado: 1.000 l/min).

- Hidrante bajo nivel de tierra. Se conectan por su parte inferior o de forma lateral a la red de distribución mediante brida. Disponen de un mecanismo de cierre accionado por llave de cuadrado de 25x25 mm. La arqueta queda protegida mediante una tapa de fundición. Se admite la posibilidad de que el hidrante sea húmedo o seco. Sólo está normalizado el hidrante tipo 100 mm (1.000 l/min), admitiéndose con 1 salida de 100 mm o con dos de 70 mm.

Se considera que los 500 l/min son suministrados por las 2 bocas de 45 mm o por la de 70 mm y los 1.000 l/min son suministrados por las 2 bocas de 70 mm o por la 100 mm. La presión mínima en las bocas de salida será de 5 bar cuando se estén descargando los caudales indicados. Aunque se diseñe una red en anillo, el cálculo se debe realizar para la situación más desfavorable, considerando que la red es abierta, pues pueden entrar en funcionamiento estando una parte de la red aislada por cualquier causa.

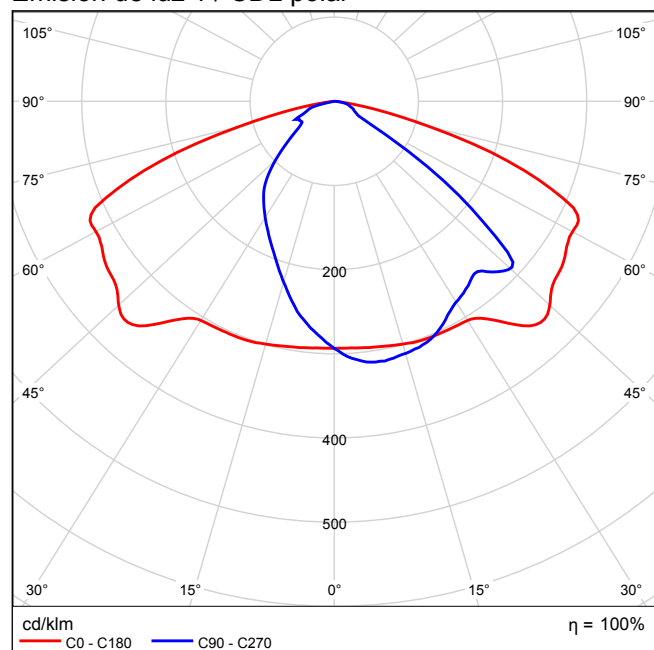
La zona protegida por un hidrante es la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante. Al menos uno de los hidrantes (situado a ser posible en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm. La distancia desde un hidrante hasta el límite exterior del edificio o zona protegida, medida perpendicularmente a la fachada, será al menos de 5 m.

Gewiss GW87453 STREET O3□ - 4x16 LED 4000K - 700 mA - ST3 1x4 MOTORI LED 4000K 700 mA ST2/3 / Hoja de datos de luminarias (1x4 MOTORI LED 4000K 700 mA ST2/3)

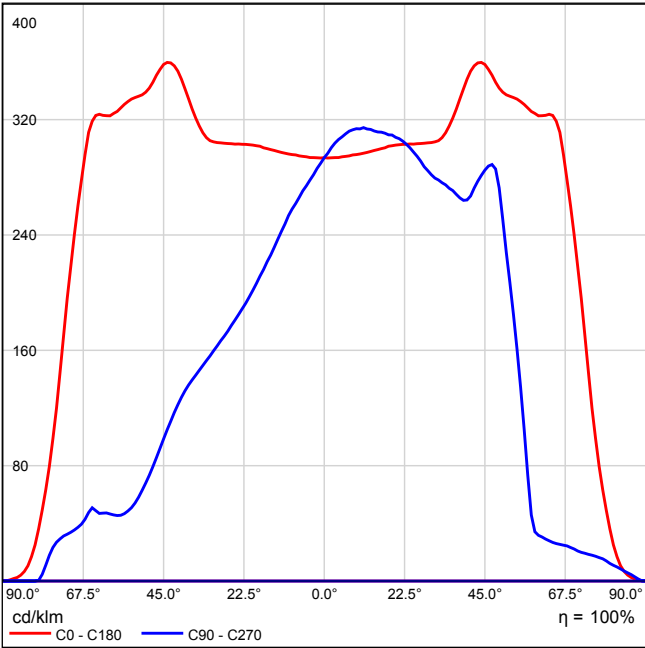


Armatura Stradale in pressofusione di alluminio
Stand alone
LED incluso

Emisión de luz 1 / CDL polar

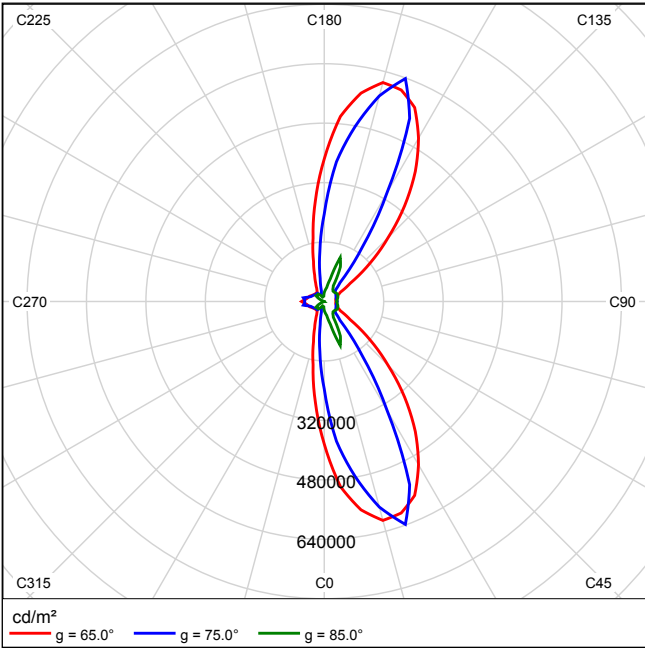


Emisión de luz 1 / CDL lineal



No se puede crear un diagrama de cono porque la distribución luminosa es asimétrica.

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Philips Lighting BVP636 GC 64xLED-HB/GN DW/50 64xLED-HB/GN / Hoja de datos de luminarias (64xLED-HB/GN)



Decoflood² LED – urban lighting toolbox

Combining functionality and simple, clean aesthetics, Decoflood² LED is a

comprehensive range of LED floodlights for architectural outdoor lighting. It

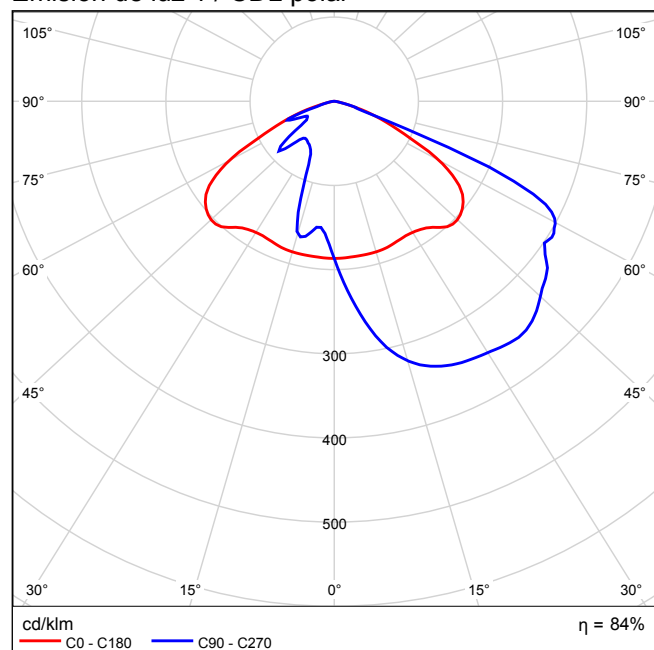
has been designed to deliver the optimal lighting effect – from high-powered

floodlighting to more subtle accent effects. Its unique collimating optic delivers a uniform light output and ensures optimum color mixing

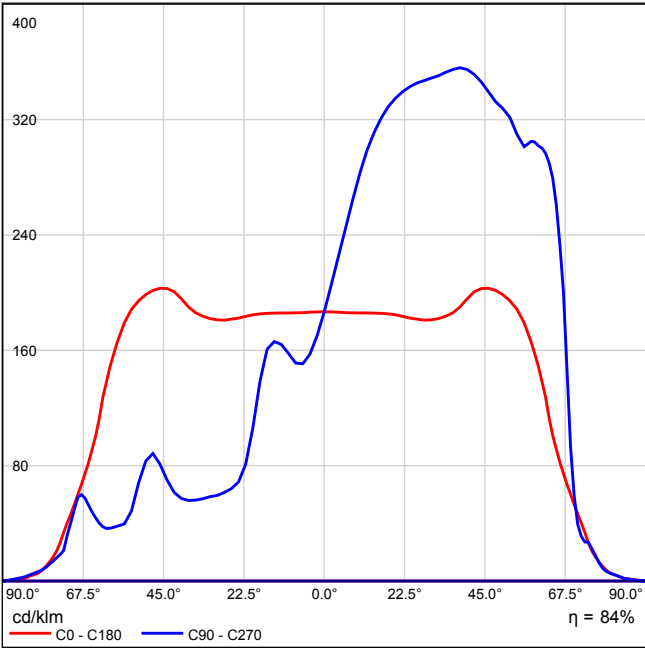
Decoflood² LED offers a choice of circular beams for accent and tree lighting, symmetrical and asymmetrical rectangular beams for facade and area

lighting, and road beam for architectural street lighting

Emisión de luz 1 / CDL polar

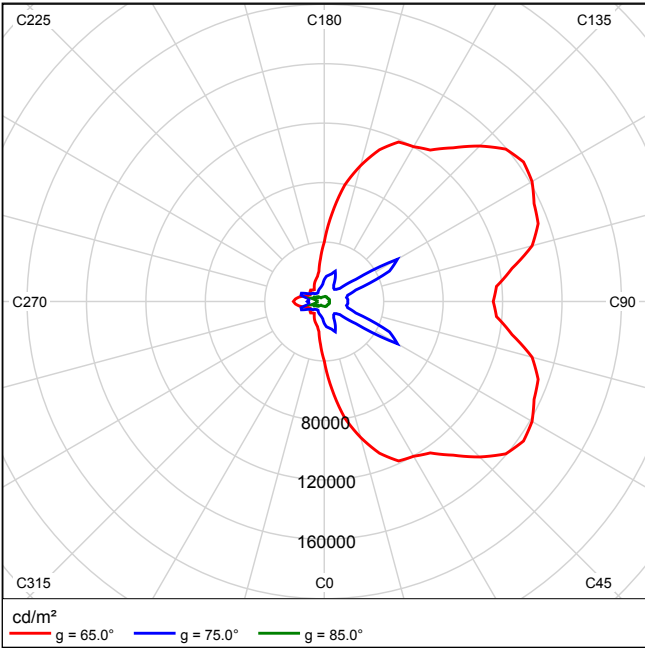


Emisión de luz 1 / CDL lineal



No se puede crear un diagrama de cono porque la distribución luminosa es asimétrica.

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



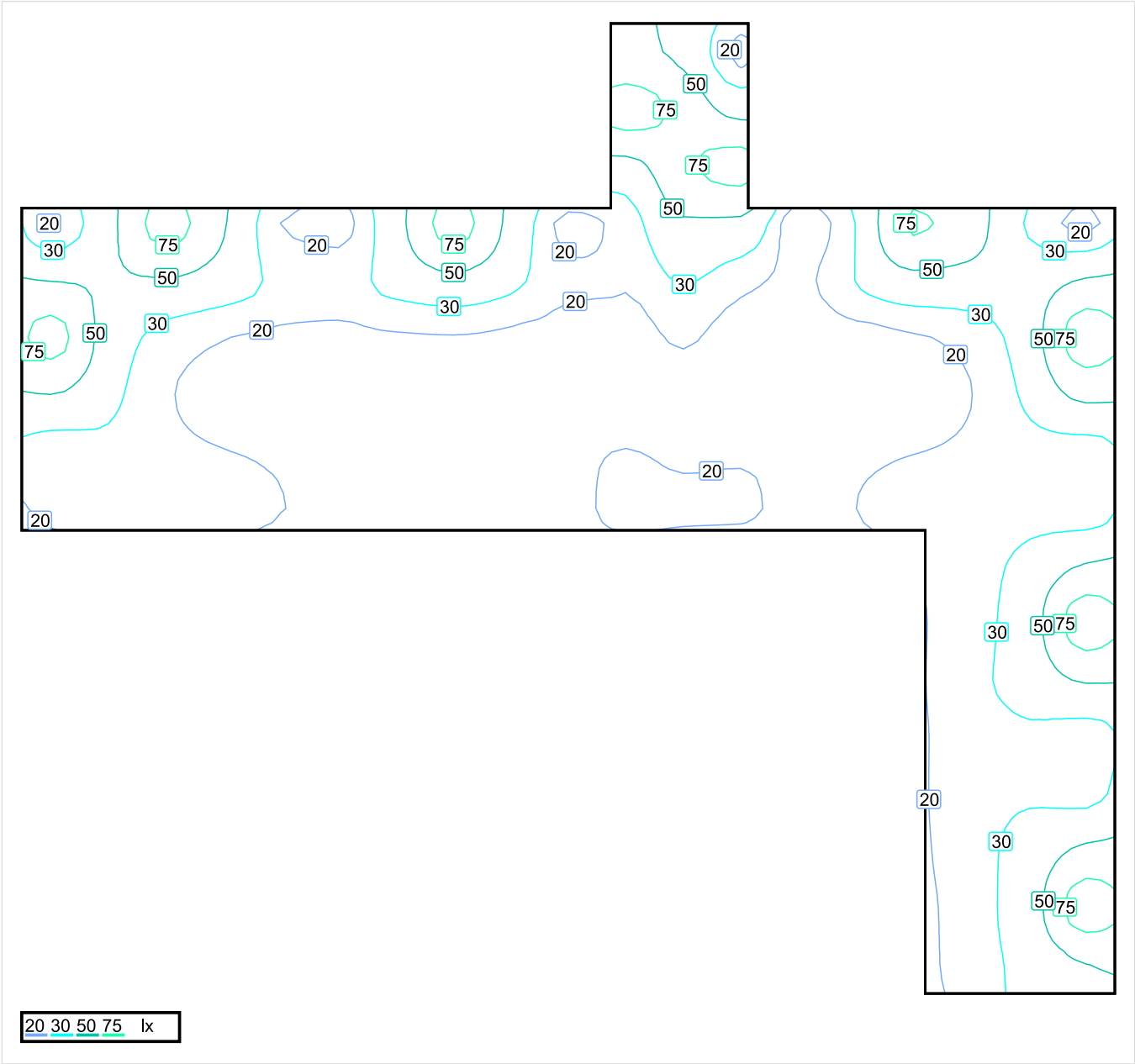
Superficie de cálculo 5 / Sumario de los resultados

Sumario de los resultados (Trama)

Tipo de resultado	Media	Min	Max	Min./medio	Min./máx.	Puntos (de ellos relevante)
Intensidad lumínica horizontal [lx]	32	13	90	0.406	0.144	19 x 17 (147)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

Superficie de cálculo 5 / Isolíneas/Intensidad lumínica horizontal

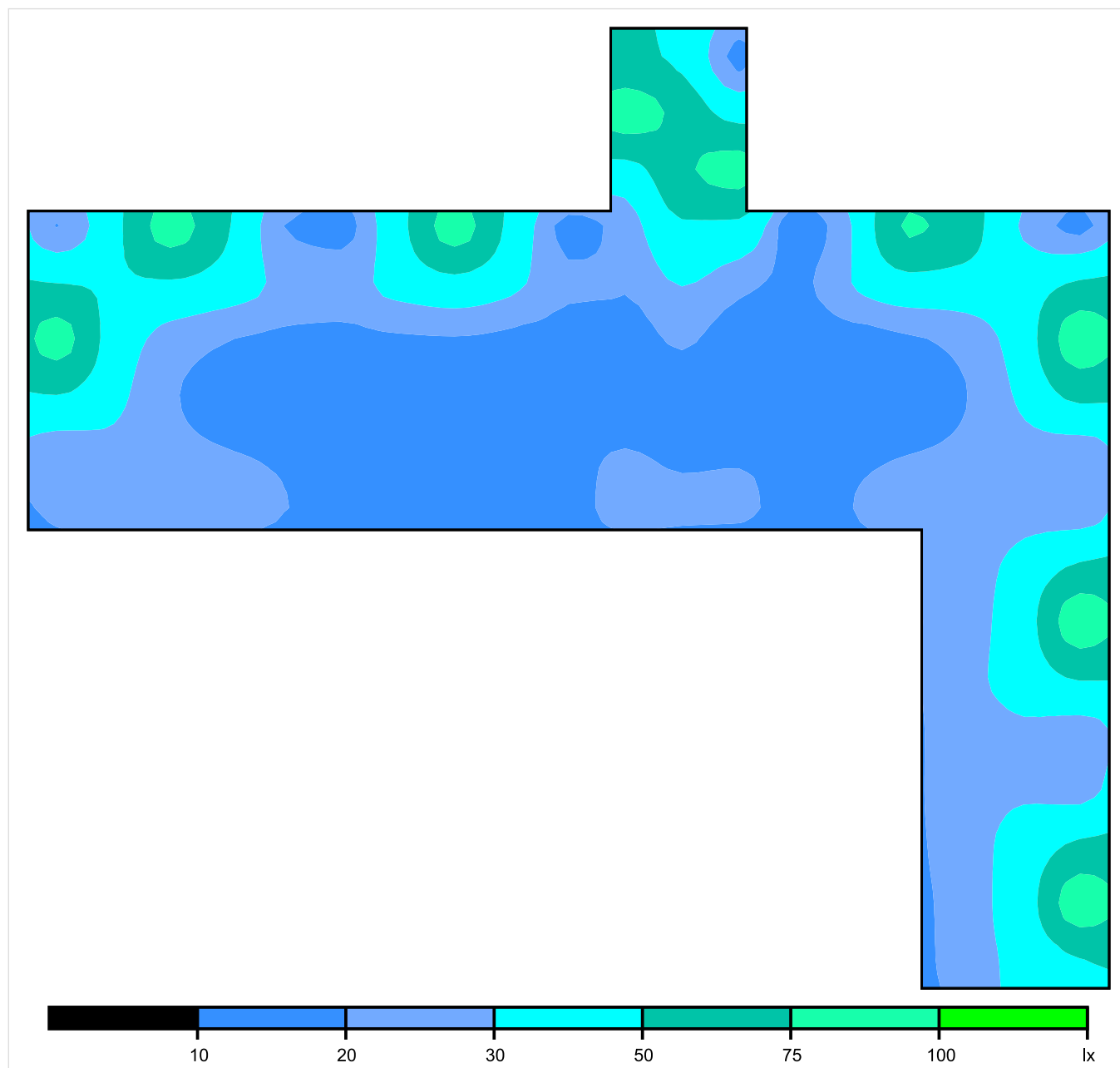


Escala: 1 : 500

Intensidad lumínica horizontal (Trama)
Media: 32 lx, Min: 13 lx, Max: 90 lx, Mín./medio: 0.406, Mín./máx.: 0.144, Puntos: 19 x 17 (de ellos relevante: 147)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

Superficie de cálculo 5 / Colores falsos/Intensidad lumínica horizontal



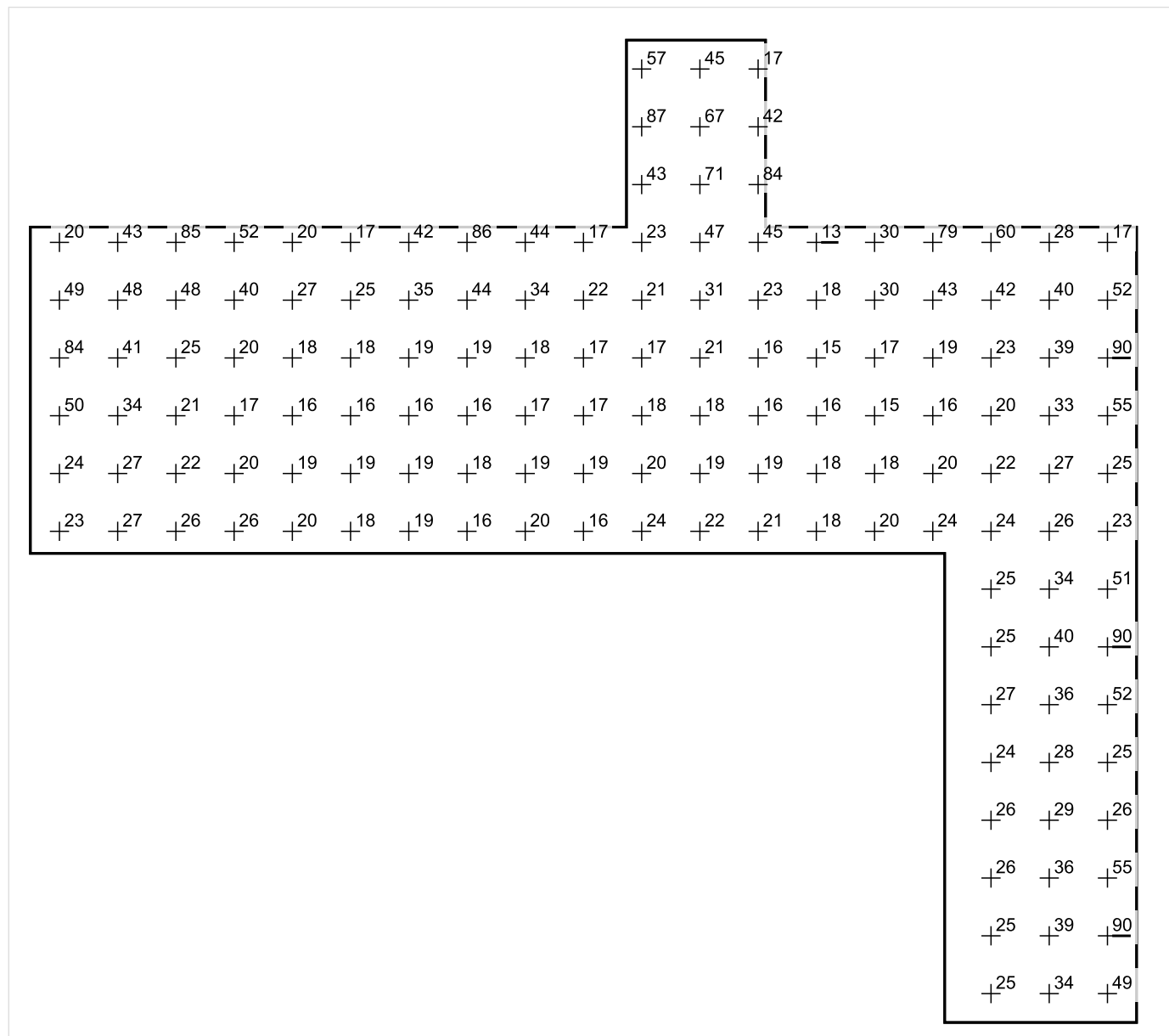
Escala: 1 : 500

Intensidad lumínica horizontal (Trama)

Media: 32 lx, Min: 13 lx, Max: 90 lx, Mín./medio: 0.406, Mín./máx.: 0.144, Puntos: 19 x 17 (de ellos relevante: 147)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

Superficie de cálculo 5 / Gráfico de valores/Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 500

Intensidad lumínica horizontal (Trama)

Media: 32 lx, Min: 13 lx, Max: 90 lx, Mín./medio: 0.406, Mín./máx.: 0.144, Puntos: 19 x 17 (de ellos relevante: 147)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

Superficie de cálculo 5 / Tablas/Intensidad lumínica horizontal

Tabla de valores [lx]

m	-50.132	-45.580	-41.028	-36.477	-31.925	-27.374	-22.822	-18.271	-13.719	-9.167	-4.616	-0.064	4.487	9.039	13.590	18.142	22.694	27.246
26.964	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	57	45	17	/	/	/	/	/
22.448	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	87	67	42	/	/	/	/	/
17.932	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	43	71	84	/	/	/	/	/
13.416	20	43	85	52	20	17	42	86	44	17	23	47	45	13	30	79	60	28
8.900	49	48	48	40	27	25	35	44	34	22	21	31	23	18	30	43	42	40
4.384	84	41	25	20	18	18	19	19	18	17	17	21	16	15	17	19	23	39
-0.132	50	34	21	17	16	16	16	16	17	17	18	18	16	16	15	16	20	33
-4.648	24	27	22	20	19	19	19	18	19	19	20	19	19	18	18	20	22	27
-9.164	23	27	26	26	20	18	19	16	20	16	24	22	21	18	20	24	24	26
-13.680	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	25	34
-18.196	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	25	40
-22.712	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	27	36
-27.228	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	24	28
-31.744	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	26	29
-36.260	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	26	36
-40.776	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	25	39
-45.292	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	25	34

Tabla de valores [lx]

m	31.797
26.964	/
22.448	/
17.932	/
13.416	17
8.900	52
4.384	90
-0.132	55
-4.648	25
-9.164	23
-13.680	51
-18.196	90
-22.712	52
-27.228	25
-31.744	26
-36.260	55
-40.776	90
-45.292	49

Intensidad lumínica horizontal (Trama)
Media: 32 lx, Min: 13 lx, Max: 90 lx, Mín./medio: 0.406, Mín./máx.: 0.144, Puntos: 19 x 17 (de ellos relevante: 147)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

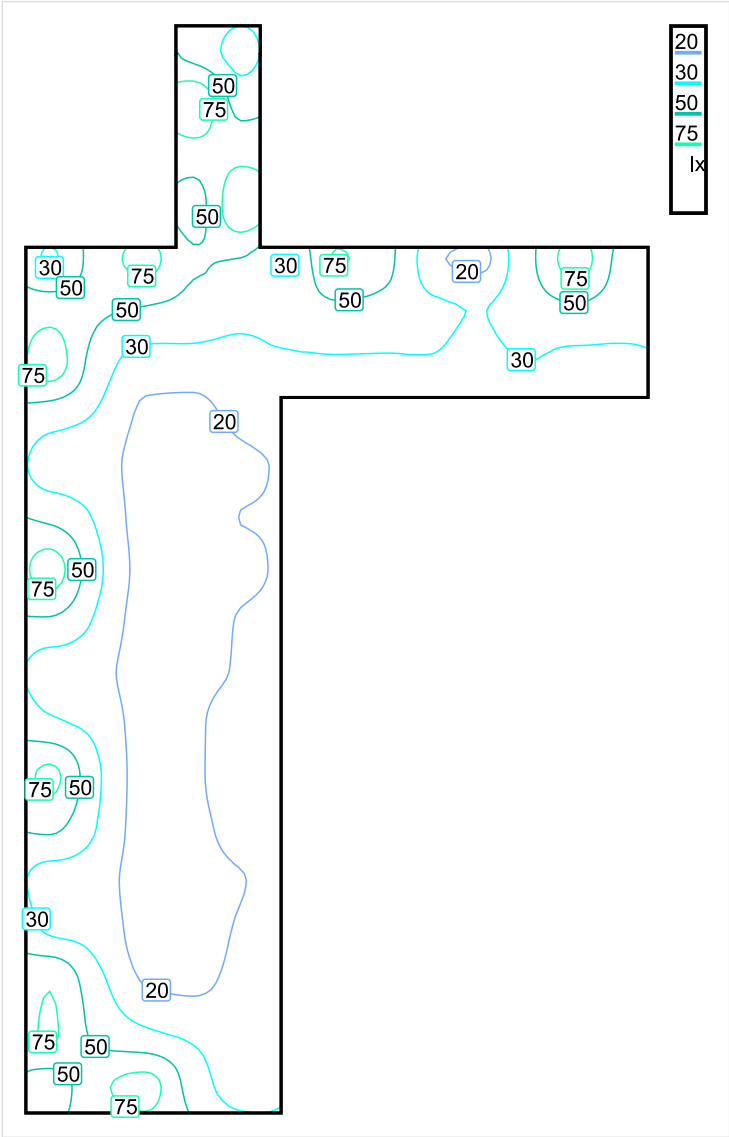
Superficie de cálculo 6 / Sumario de los resultados

Sumario de los resultados (Trama)

Tipo de resultado	Media	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.	Puntos (de ellos relevante)
Intensidad lumínica horizontal [lx]	35	16	97	0.457	0.165	13 x 21 (117)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

Superficie de cálculo 6 / Isolíneas/Intensidad lumínica horizontal

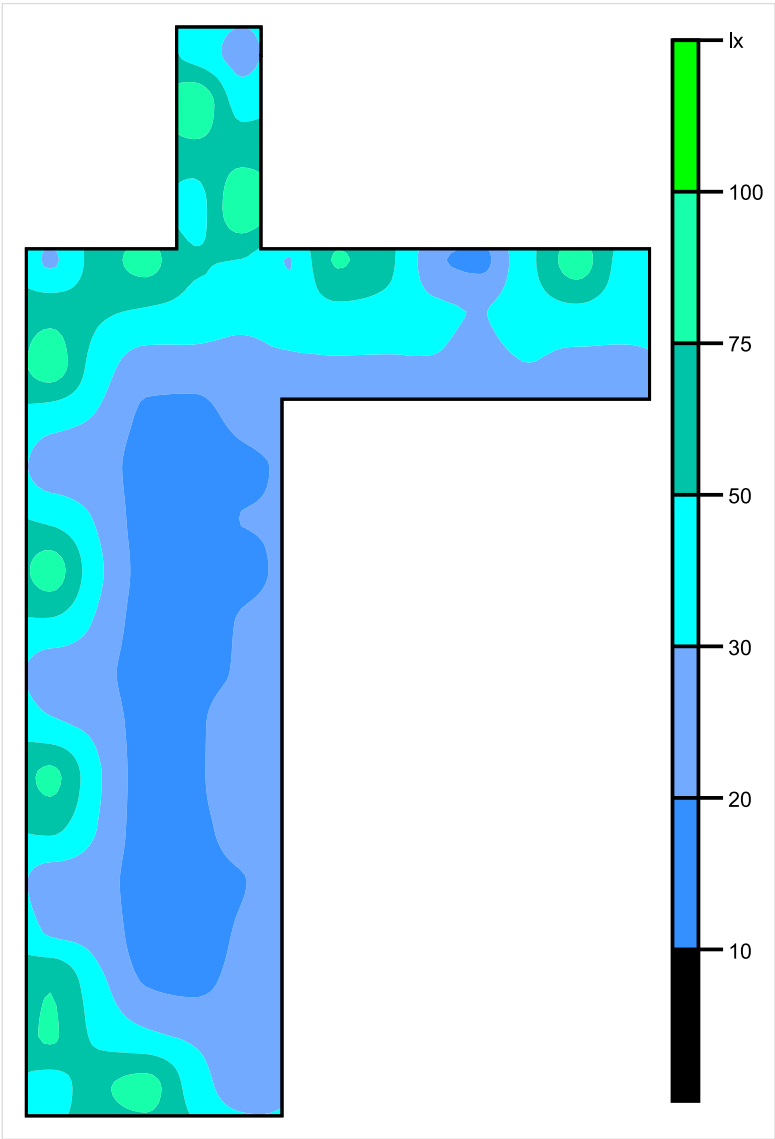


Escala: 1 : 750

Intensidad lumínica horizontal (Trama)
Media: 35 lx, Min: 16 lx, Max: 97 lx, Mín./medio: 0.457, Mín./máx.: 0.165, Puntos: 13 x 21 (de ellos relevante: 117)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

Superficie de cálculo 6 / Colores falsos/Intensidad lumínica horizontal

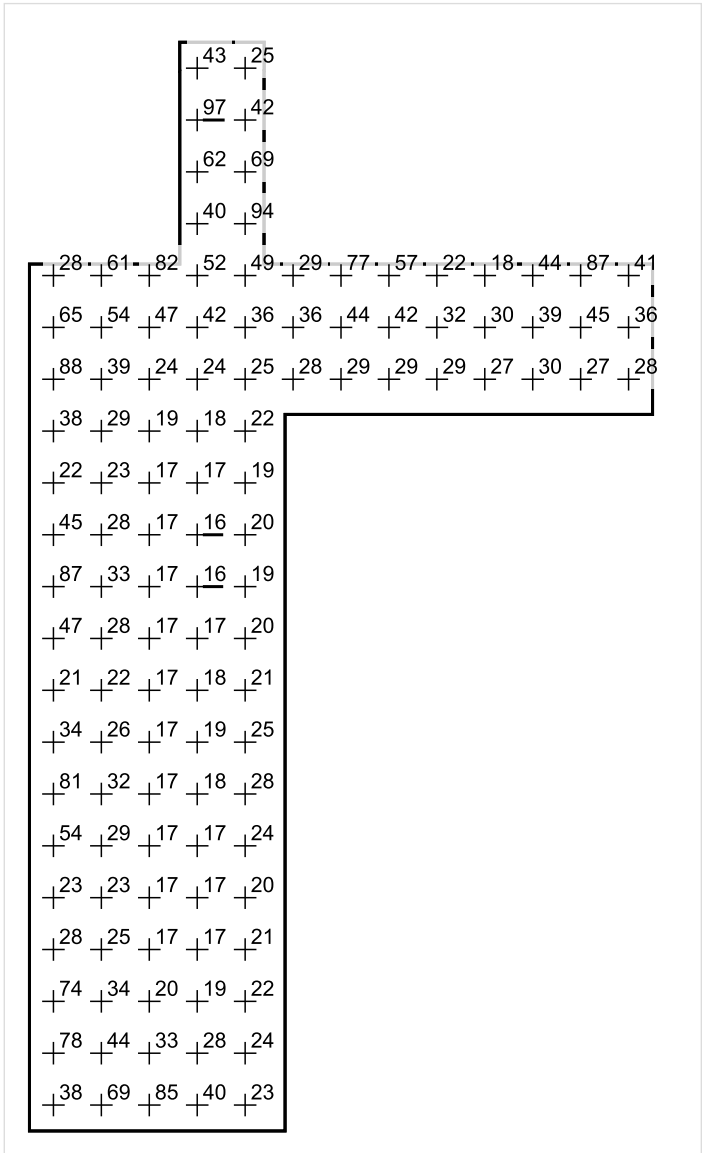


Escala: 1 : 750

Intensidad lumínica horizontal (Trama)
Media: 35 lx, Min: 16 lx, Max: 97 lx, Mín./medio: 0.457, Mín./máx.: 0.165, Puntos: 13 x 21 (de ellos relevante: 117)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

Superficie de cálculo 6 / Gráfico de valores/Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 750

Intensidad lumínica horizontal (Trama)
Media: 35 lx, Min: 16 lx, Max: 97 lx, Mín./medio: 0.457, Mín./máx.: 0.165, Puntos: 13 x 21 (de ellos relevante: 117)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

Superficie de cálculo 6 / Tablas/Intensidad lumínica horizontal

Tabla de valores [lx]

m	-22.823	-18.042	-13.260	-8.479	-3.697	1.084	5.866	10.647	15.429	20.210	24.992	29.774	34.555
35.411	/	/	/	43	25	/	/	/	/	/	/	/	/
30.240	/	/	/	97	42	/	/	/	/	/	/	/	/
25.068	/	/	/	62	69	/	/	/	/	/	/	/	/
19.896	/	/	/	40	94	/	/	/	/	/	/	/	/
14.724	28	61	82	52	49	29	77	57	22	18	44	87	41
9.553	65	54	47	42	36	36	44	42	32	30	39	45	36
4.381	88	39	24	24	25	28	29	29	29	27	30	27	28
-0.791	38	29	19	18	22	/	/	/	/	/	/	/	/
-5.962	22	23	17	17	19	/	/	/	/	/	/	/	/
-11.134	45	28	17	16	20	/	/	/	/	/	/	/	/
-16.306	87	33	17	16	19	/	/	/	/	/	/	/	/
-21.478	47	28	17	17	20	/	/	/	/	/	/	/	/
-26.649	21	22	17	18	21	/	/	/	/	/	/	/	/
-31.821	34	26	17	19	25	/	/	/	/	/	/	/	/
-36.993	81	32	17	18	28	/	/	/	/	/	/	/	/
-42.165	54	29	17	17	24	/	/	/	/	/	/	/	/
-47.336	23	23	17	17	20	/	/	/	/	/	/	/	/
-52.508	28	25	17	17	21	/	/	/	/	/	/	/	/
-57.680	74	34	20	19	22	/	/	/	/	/	/	/	/
-62.852	78	44	33	28	24	/	/	/	/	/	/	/	/
-68.023	38	69	85	40	23	/	/	/	/	/	/	/	/

Intensidad lumínica horizontal (Trama)
Media: 35 lx, Min: 16 lx, Max: 97 lx, Mín./medio: 0.457, Mín./máx.: 0.165, Puntos: 13 x 21 (de ellos relevante: 117)

Los puntos relevantes son aquellos de la superficie que no están cubiertos por elementos del local. Los resultados resumidos se basan exclusivamente en estos puntos relevantes, ya que todos los demás puntos falsearían los resultados considerablemente.

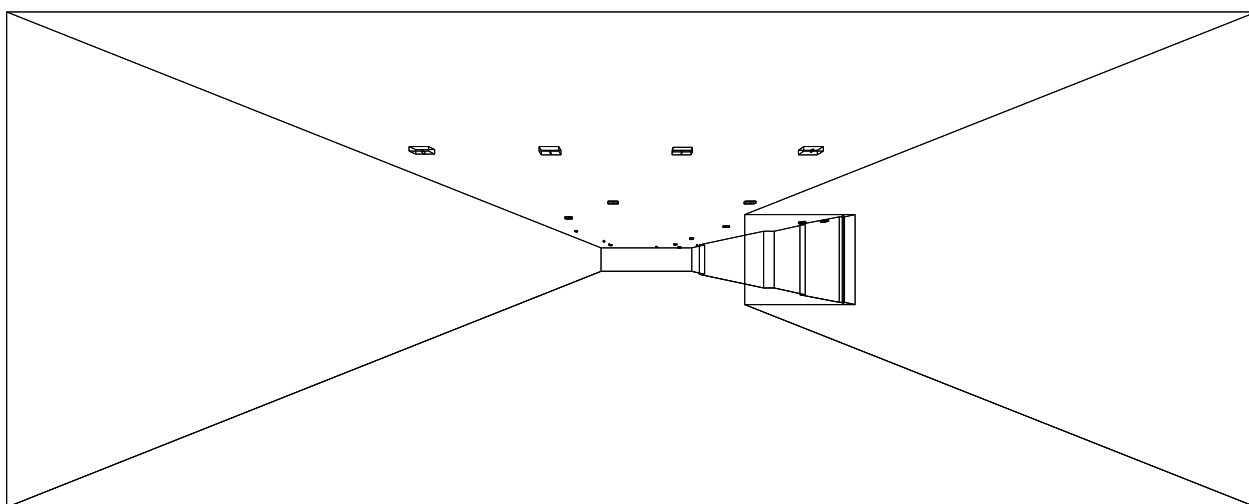
Notas Instalación:

Cliente:

Código Proyecto:

Fecha: 14/09/2015

Notas:



Nombre Proyectista:

Dirección:

Tel.-Fax:

LEGRAND GROUP ESPAÑA S.L.

C/Hierro 56 - 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)

Tel.+34/91/6561812 Fax +34/91/6566788

Advertencias:

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Media [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	29.50x10.34	Plano	RGB=205,153,95	40%	7.0	0.89
Pared 16	2.75x10.34	-180°	RGB=255,249,128	65%	4.7	0.96
Pared 15	2.75x5.38	90°	RGB=255,249,128	65%	6.4	1.33
Pared 14	2.75x0.50	0°	RGB=255,249,128	65%	13.4	2.76
Pared 13	2.75x12.52	90°	RGB=255,249,128	65%	1.4	0.28
Pared 12	2.75x0.50	-180°	RGB=255,249,128	65%	1.6	0.33
Pared 11	2.75x2.36	90°	RGB=255,249,128	65%	1.8	0.37
Pared 10	2.75x0.22	0°	RGB=255,249,128	65%	0.4	0.08
Pared 9	2.75x2.04	90°	RGB=255,249,128	65%	12.9	2.66
Pared 8	2.75x0.17	-180°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Pared 7	2.75x0.41	90°	RGB=255,249,128	65%	0.4	0.09
Pared 6	2.75x0.35	0°	RGB=255,249,128	65%	3.6	0.75
Pared 5	2.75x0.05	-90°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Pared 4	2.75x3.00	0°	RGB=255,249,128	65%	2.9	0.60
Pared 3	2.75x6.85	90°	RGB=255,249,128	65%	6.7	1.39
Pared 2	2.75x6.94	-0°	RGB=255,249,128	65%	5.4	1.12
Pared 1	2.75x29.50	-90°	RGB=255,249,128	65%	4.4	0.90
Techo	10.34x29.50	Plano	RGB=255,255,255	80%	0.0	0.00

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

10.34x29.50x2.75

Retícula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.49 - Y 0.50 - Z 0.46

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	275.03 m2
Iluminancia Media	7.01 lx
Potencia Específica	0.00 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	0.00 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	- (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	0.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

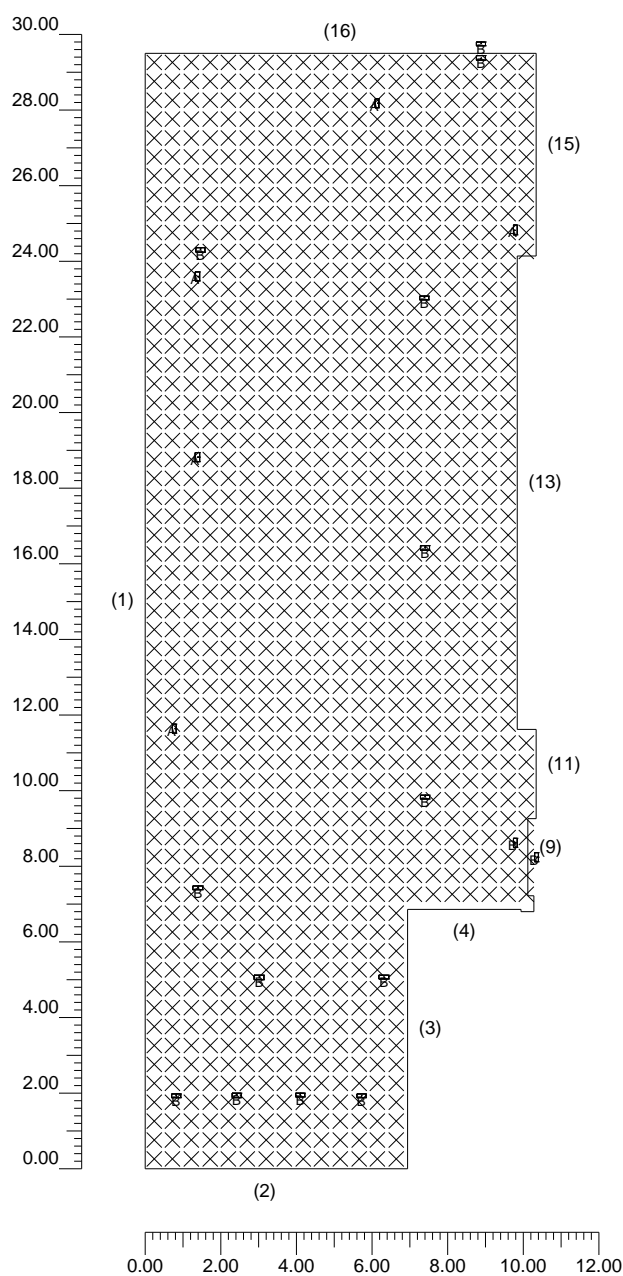
Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	7.0 lux	0.8 lux	18.6 lux	0.11	0.04	0.38
					1:8.73	1:23.22	1:2.66
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	7.0 lux	0.8 lux	18.6 lux	0.11	0.04	0.38
					1:8.73	1:23.22	1:2.66

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo + Sombras

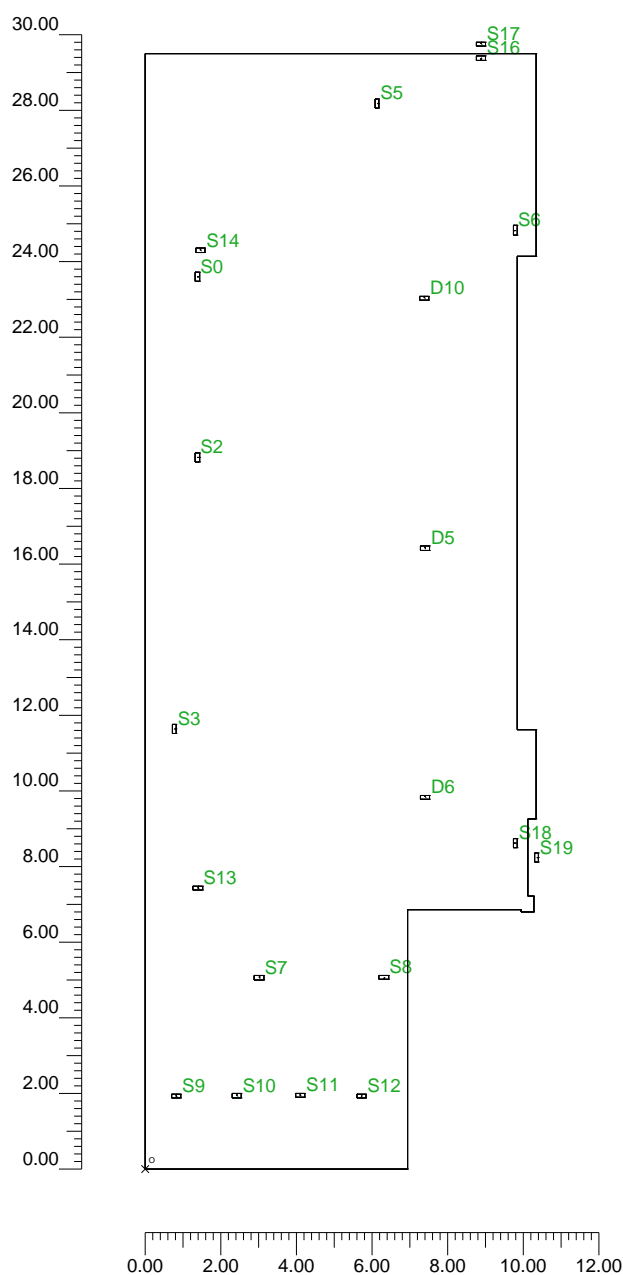
2.1 Vista 2D Plano Trabajo y Retícula de Cálculo

Escala 1/200



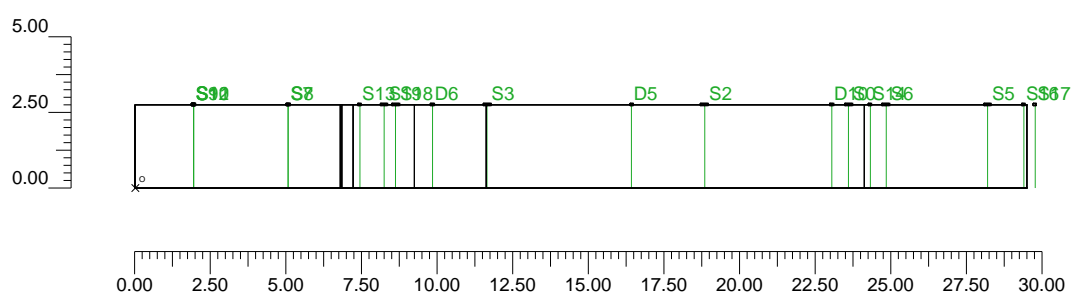
2.2 Vista 2D en Planta

Escala 1/200



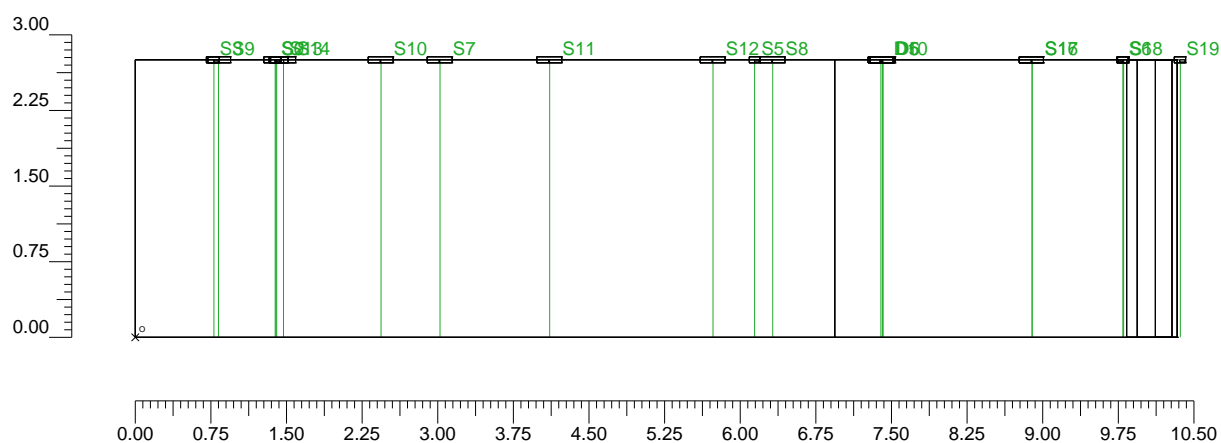
2.3 Vista Lateral

Escala 1/250



2.4 Vista Frontal

Escala 1/75



3.1 Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA21LED	URA21LED / 200lum 1h NP (U21 4 LEDS)	661608 (TR18105LMAN=LeGrand;)	5	LMP-A	1
B	URA21LED	URA21LED / 160lum 1h NP (U21 4 LEDS)	661605 (TR18105LMAN=LeGrand;)	15	LMP-B	1

3.2 Información Lámparas

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661608	200	0	0	5
LMP-B	FDH	LED 661605	160	0	0	15

3.3 Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	1.39;23.59;2.75	0.0;0.0;0.0	661608	1.00	LED 661608	1*200
	2	X	1.39;18.82;2.75	0.0;0.0;0.0		1.00		
	3	X	0.78;11.63;2.75	0.0;0.0;0.0		1.00		
	4	X	6.14;28.17;2.75	0.0;0.0;-0.0		1.00		
	5	X	9.79;24.82;2.75	0.0;0.0;180.0		1.00		
B	1	X	3.02;5.05;2.75	0.0;0.0;90.0	661605	1.00	LED 661605	1*160
	2	X	6.32;5.06;2.75	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	3	X	0.83;1.92;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	4	X	2.44;1.93;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	5	X	4.11;1.94;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	6	X	5.73;1.92;2.75	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	7	X	1.40;7.42;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	8	X	1.47;24.29;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	9	X	8.89;29.37;2.75	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	10	X	8.89;29.74;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	11	X	9.80;8.61;2.75	0.0;0.0;180.0		1.00		
	12	X	10.36;8.23;2.75	0.0;0.0;0.0		1.00		
	13	X	7.41;16.41;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	14	X	7.42;9.82;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	15	X	7.39;23.02;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		

3.4 Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	1.39;23.59;2.75	0.0;0.0;0.0	1.39;23.59;0.00	0	1.00	A
			S2	X	1.39;18.82;2.75	0.0;0.0;0.0	1.39;18.82;0.00	0	1.00	A
			S3	X	0.78;11.63;2.75	0.0;0.0;0.0	0.78;11.63;0.00	0	1.00	A
			S5	X	6.14;28.17;2.75	0.0;0.0;-0.0	6.14;28.17;0.00	-0	1.00	A
			S6	X	9.79;24.82;2.75	0.0;0.0;180.0	9.79;24.82;0.00	180	1.00	A
			S7	X	3.02;5.05;2.75	0.0;0.0;90.0	3.02;5.05;0.00	90	1.00	B
			S8	X	6.32;5.06;2.75	0.0;0.0;-90.0	6.32;5.06;0.00	-90	1.00	B
			S9	X	0.83;1.92;2.75	0.0;0.0;90.0	0.83;1.92;0.00	90	1.00	B
			S10	X	2.44;1.93;2.75	0.0;0.0;90.0	2.44;1.93;0.00	90	1.00	B
			S11	X	4.11;1.94;2.75	0.0;0.0;90.0	4.11;1.94;0.00	90	1.00	B
			S12	X	5.73;1.92;2.75	0.0;0.0;-90.0	5.73;1.92;0.00	-90	1.00	B
			S13	X	1.40;7.42;2.75	0.0;0.0;90.0	1.40;7.42;0.00	90	1.00	B

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S14	X	1.47;24.29;2.75	0.0;0.0;90.0	1.47;24.29;0.00	90	1.00	B
			S16	X	8.89;29.37;2.75	0.0;0.0;-90.0	8.89;29.37;0.00	-90	1.00	B
			S17	X	8.89;29.74;2.75	0.0;0.0;90.0	8.89;29.74;0.00	0	1.00	B
			S18	X	9.80;8.61;2.75	0.0;0.0;180.0	9.80;8.61;0.00	180	1.00	B
			S19	X	10.36;8.23;2.75	0.0;0.0;0.0	10.36;8.23;0.00	0	1.00	B
			D5	X	7.41;16.41;2.75	0.0;0.0;90.0	7.41;16.41;0.00	90	1.00	B
			D6	X	7.42;9.82;2.75	0.0;0.0;90.0	7.42;9.82;0.00	90	1.00	B
			D10	X	7.39;23.02;2.75	0.0;0.0;90.0	7.39;23.02;0.00	90	1.00	B

4.1 Valores de Iluminancia Horizontal sobre Plano de Trabajo

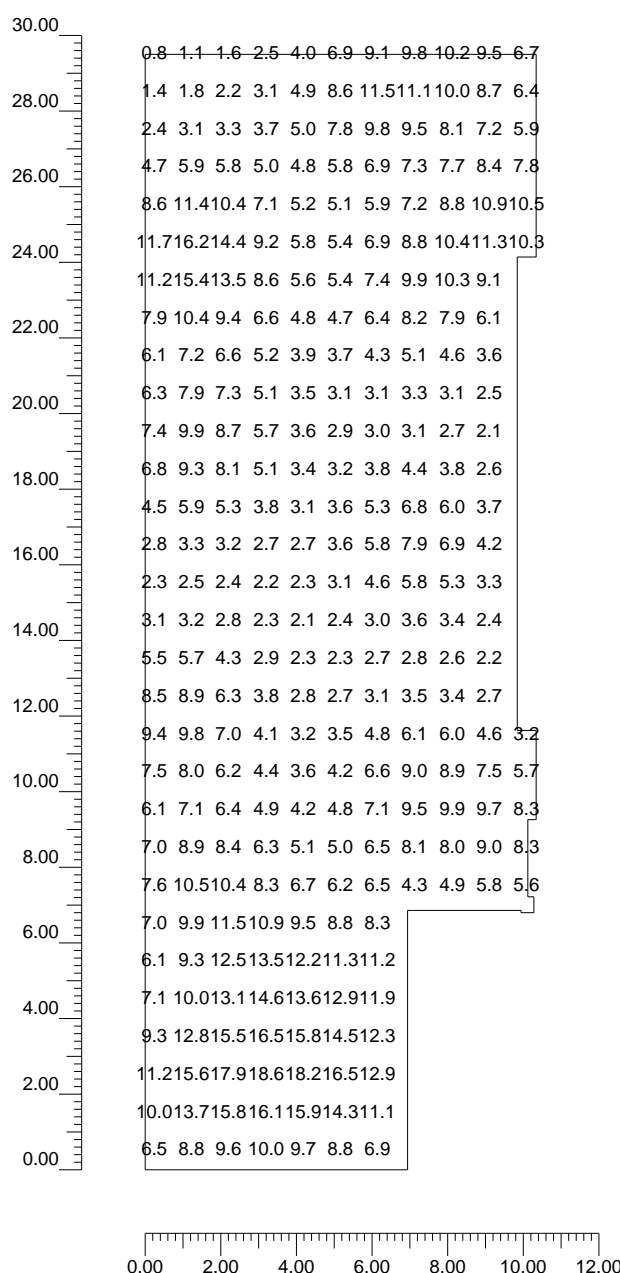
O (x:0.00 y:29.50 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.50 DY:0.49	Iluminancia Horizontal (E)	7.0 lux	0.8 lux	18.6 lux	0.11 1:8.73	0.04 1:23.22	0.38 1:2.66

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo + Sombras

Escala 1/200

No todos los puntos de medida son visibles



4.2 Valores de Iluminancia sobre: Plano de Trabajo

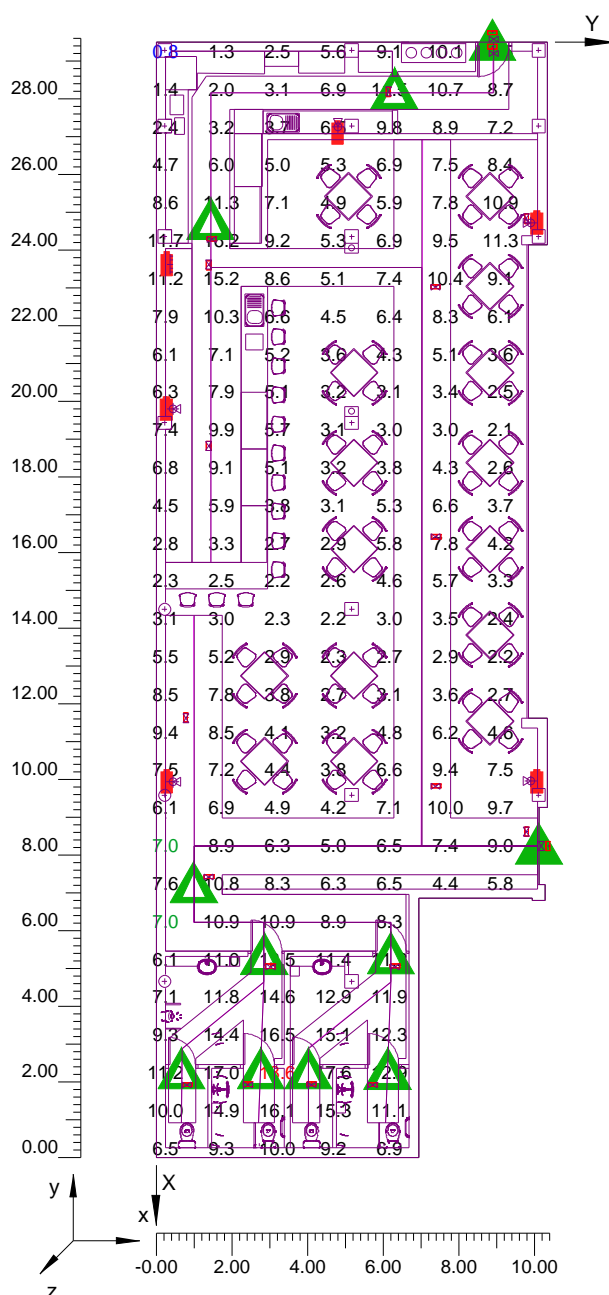
O (x:0.00 y:29.50 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.50 DY:0.49	Iluminancia Horizontal (E)	7.0 lux	0.8 lux	18.6 lux	0.11 1:8.73	0.04 1:23.22	0.38 1:2.66

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo + Sombras

Escala 1/200

No todos los puntos de medida son visibles



Información General**1****1. Datos Proyecto**

1.1	Información sobre Area/Local	2
1.2	Cálculo Energético	2
1.3	Parámetros de Calidad de la Instalación	2

2. Vistas Proyecto

2.1	Vista 2D Plano Trabajo y Retícula de Cálculo	3
2.2	Vista 2D en Planta	4
2.3	Vista Lateral	5
2.4	Vista Frontal	6

3. Datos Luminarias

3.1	Información Luminarias/Ensayos	7
3.2	Información Lámparas	7
3.3	Tabla Resumen Luminarias	7
3.4	Tabla Resumen Enfoques	7

4. Tabla Resultados

4.1	Valores de Iluminancia Horizontal sobre Plano de Trabajo	9
4.2	Valores de Iluminancia sobre: Plano de Trabajo	10

Supermercado

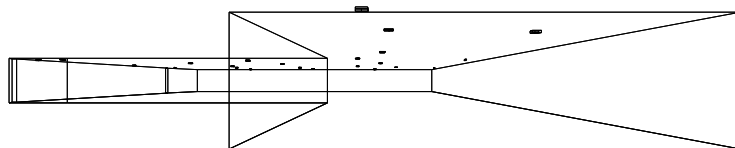
Notas Instalación:

Cliente:

Código Proyecto:

Fecha: 29/09/2015

Notas:



Nombre Proyectista:

Dirección:

Tel.-Fax:

LEGRAND GROUP ESPAÑA S.L.

C/Hierro 56 - 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)

Tel.+34/91/6561812 Fax +34/91/6566788

Advertencias:

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Ilum.Media [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	29.50x30.12	Plano	RGB=205,153,95	40%	5.0	0.63
Pared 11	2.75x30.12	-180°	RGB=255,249,128	65%	1.7	0.34
Pared 10	2.75x29.50	90°	RGB=255,249,128	65%	1.9	0.40
Pared 9	2.75x10.30	-0°	RGB=255,249,128	65%	2.4	0.49
Pared 8	2.75x11.45	-90°	RGB=255,249,128	65%	1.7	0.36
Pared 7	2.75x16.18	0°	RGB=255,249,128	65%	1.5	0.31
Pared 6	2.75x3.65	-0°	RGB=255,249,128	65%	5.0	1.03
Pared 5	2.75x0.15	-92°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.01
Pared 4	2.75x0.28	-180°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Pared 3	2.75x12.52	-90°	RGB=255,249,128	65%	4.0	0.82
Pared 2	2.75x0.28	0°	RGB=255,249,128	65%	0.2	0.05
Pared 1	2.75x5.38	-90°	RGB=255,249,128	65%	2.4	0.49
Techo	30.12x29.50	Plano	RGB=255,255,255	80%	0.0	0.00

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

30.12x29.50x2.75

Retícula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.50 - Y 0.50 - Z 0.46

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	657.88 m2
Iluminancia Media	4.95 lx
Potencia Específica	0.00 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	0.00 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	- (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	0.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

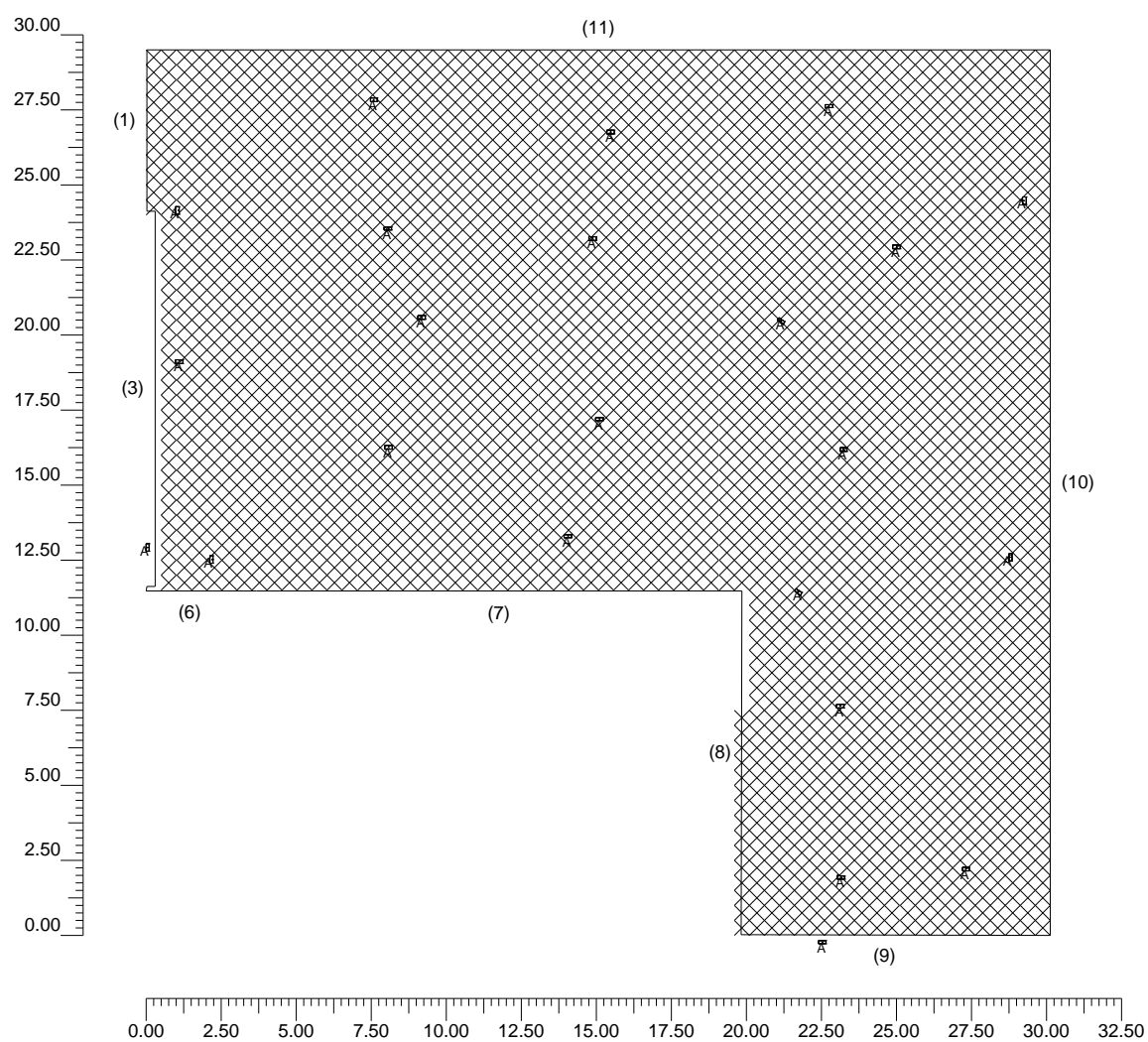
Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	5.0 lux	0.5 lux	12.1 lux	0.10	0.04	0.41
					1:9.77	1:23.81	1:2.44
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	5.0 lux	0.5 lux	12.1 lux	0.10	0.04	0.41
					1:9.77	1:23.81	1:2.44

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo + Sombras

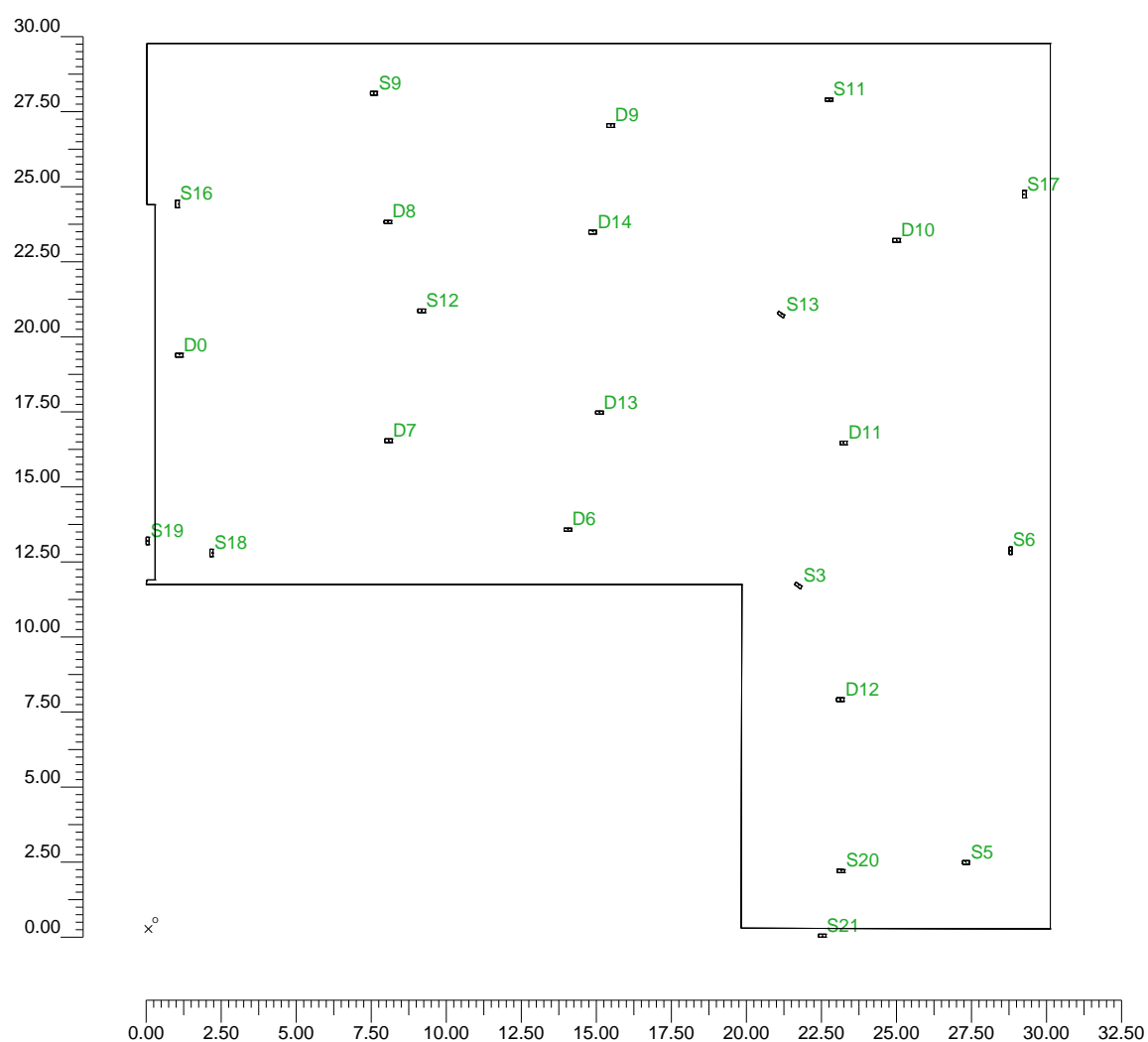
2.1 Vista 2D Plano Trabajo y Retícula de Cálculo

Escala 1/250



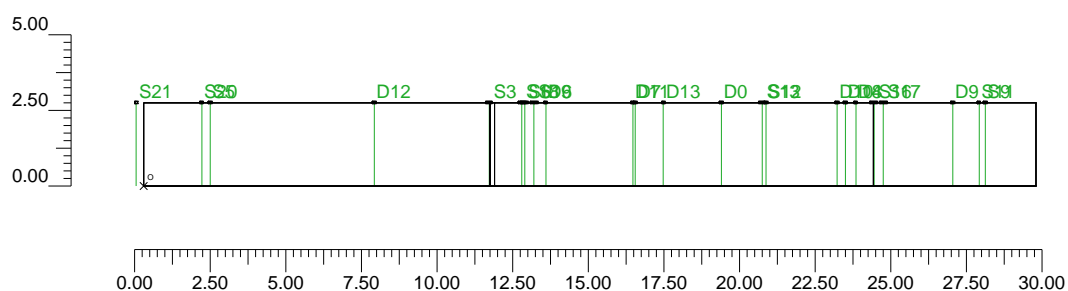
2.2 Vista 2D en Planta

Escala 1/250



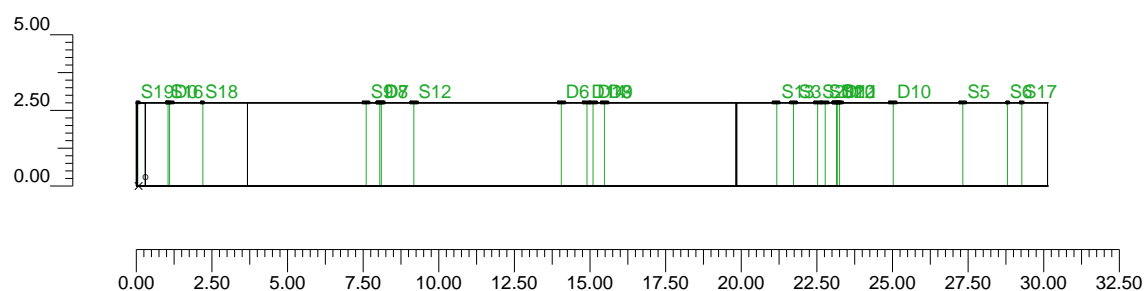
2.3 Vista Lateral

Escala 1/250



2.4 Vista Frontal

Escala 1/250



3.1 Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA21LED	URA21LED / 200lum 1h NP (U21 4 LEDS)	661608 (TR18105LMAN=LeGrand;)	23	LMP-A	1

3.2 Información Lámparas

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661608	200	0	0	23

3.3 Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	21.66;11.43;2.75	0.0;0.0;54.7	661608	1.00	LED 661608	1*200
	2	X	27.25;2.20;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	3	X	28.73;12.59;2.75	0.0;0.0;180.0		1.00		
	4	X	7.52;27.83;2.75	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	5	X	22.69;27.61;2.75	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	6	X	9.11;20.57;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	7	X	21.09;20.46;2.75	0.0;0.0;54.7		1.00		
	8	X	0.98;24.14;2.75	0.0;0.0;1.3		1.00		
	9	X	29.20;24.46;2.75	0.0;0.0;180.0		1.00		
	10	X	2.12;12.51;2.75	0.0;0.0;0.0		1.00		
	11	X	-0.01;12.91;2.75	0.0;0.0;180.0		1.00		
	12	X	23.10;1.92;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	13	X	22.46;-0.24;2.75	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	14	X	1.03;19.10;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	15	X	13.99;13.29;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	16	X	8.01;16.25;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	17	X	7.98;23.54;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	18	X	15.41;26.75;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	19	X	24.94;22.92;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	20	X	23.17;16.17;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	21	X	23.07;7.62;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	22	X	15.03;17.18;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		
	23	X	14.82;23.20;2.75	0.0;0.0;90.0		1.00		

3.4 Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S3	X	21.66;11.43;2.75	0.0;0.0;54.7	21.66;11.43;0.00	55	1.00	A
			S5	X	27.25;2.20;2.75	0.0;0.0;90.0	27.25;2.20;0.00	90	1.00	A
			S6	X	28.73;12.59;2.75	0.0;0.0;180.0	28.73;12.59;0.00	180	1.00	A
			S9	X	7.52;27.83;2.75	0.0;0.0;-90.0	7.52;27.83;0.00	-90	1.00	A
			S11	X	22.69;27.61;2.75	0.0;0.0;-90.0	22.69;27.61;0.00	-90	1.00	A
			S12	X	9.11;20.57;2.75	0.0;0.0;90.0	9.11;20.57;0.00	90	1.00	A
			S13	X	21.09;20.46;2.75	0.0;0.0;54.7	21.09;20.46;0.00	55	1.00	A
			S16	X	0.98;24.14;2.75	0.0;0.0;1.3	0.98;24.14;0.00	1	1.00	A
			S17	X	29.20;24.46;2.75	0.0;0.0;180.0	29.20;24.46;0.00	180	1.00	A
			S18	X	2.12;12.51;2.75	0.0;0.0;0.0	2.12;12.51;0.00	0	1.00	A
			S19	X	-0.01;12.91;2.75	0.0;0.0;180.0	-0.01;12.91;0.00	90	1.00	A
			S20	X	23.10;1.92;2.75	0.0;0.0;90.0	23.10;1.92;0.00	90	1.00	A

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S21	X	22.46;-0.24;2.75	0.0;0.0;-90.0	22.46;-0.24;0.00	-90	1.00	A
			D0	X	1.03;19.10;2.75	0.0;0.0;90.0	1.03;19.10;0.00	90	1.00	A
			D6	X	13.99;13.29;2.75	0.0;0.0;90.0	13.99;13.29;0.00	90	1.00	A
			D7	X	8.01;16.25;2.75	0.0;0.0;90.0	8.01;16.25;0.00	90	1.00	A
			D8	X	7.98;23.54;2.75	0.0;0.0;90.0	7.98;23.54;0.00	90	1.00	A
			D9	X	15.41;26.75;2.75	0.0;0.0;90.0	15.41;26.75;0.00	90	1.00	A
			D10	X	24.94;22.92;2.75	0.0;0.0;90.0	24.94;22.92;0.00	90	1.00	A
			D11	X	23.17;16.17;2.75	0.0;0.0;90.0	23.17;16.17;0.00	90	1.00	A
			D12	X	23.07;7.62;2.75	0.0;0.0;90.0	23.07;7.62;0.00	90	1.00	A
			D13	X	15.03;17.18;2.75	0.0;0.0;90.0	15.03;17.18;0.00	90	1.00	A
			D14	X	14.82;23.20;2.75	0.0;0.0;90.0	14.82;23.20;0.00	90	1.00	A

4.1 Valores de Iluminancia Horizontal sobre Plano de Trabajo

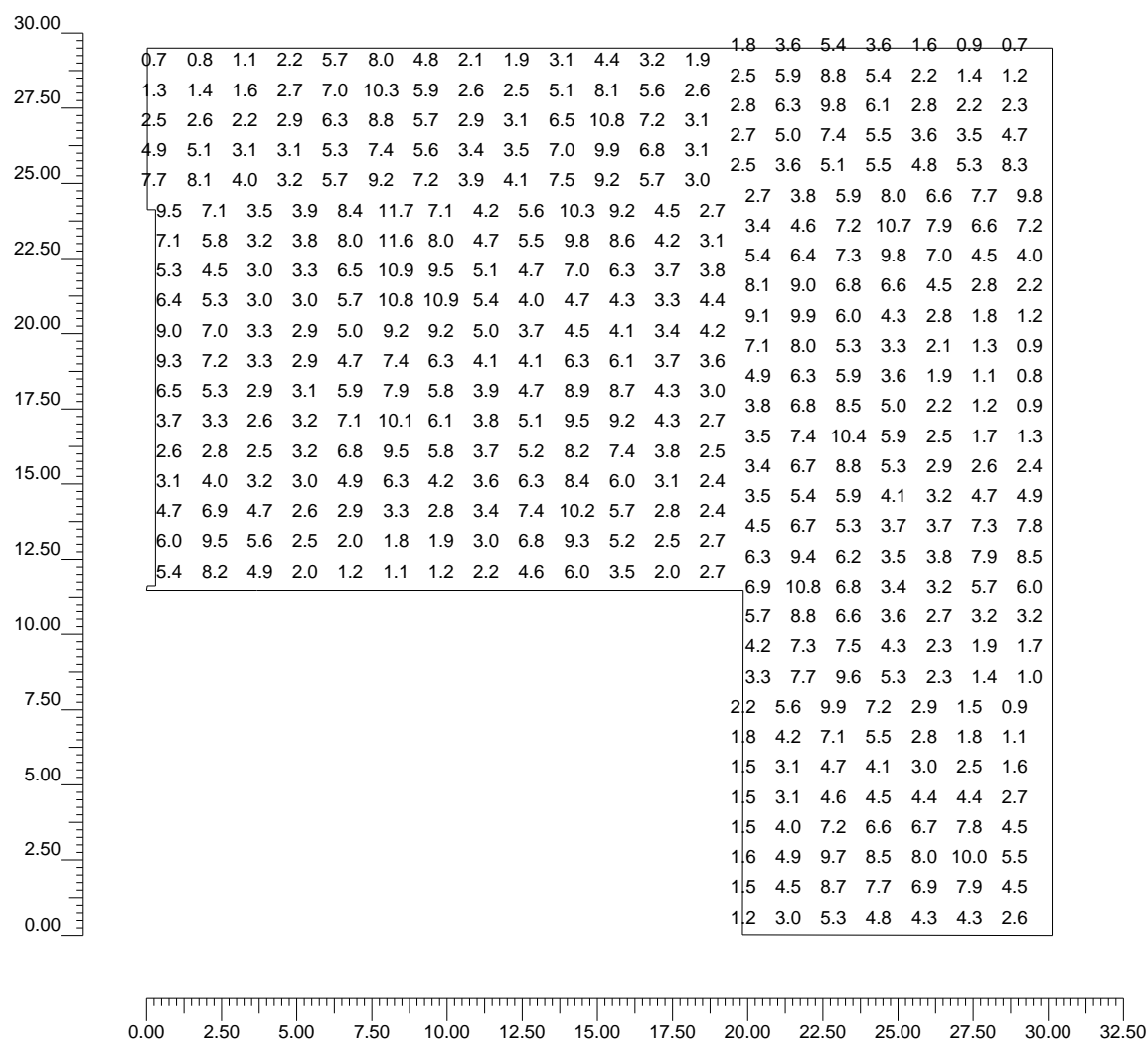
O (x:-0.05 y:29.50 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.50 DY:0.50	Iluminancia Horizontal (E)	5.0 lux	0.5 lux	12.1 lux	0.10 1:9.77	0.04 1:23.81	0.41 1:2.44

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo + Sombras

Escala 1/250

No todos los puntos de medida son visibles



4.2 Valores de Iluminancia sobre: Suelo

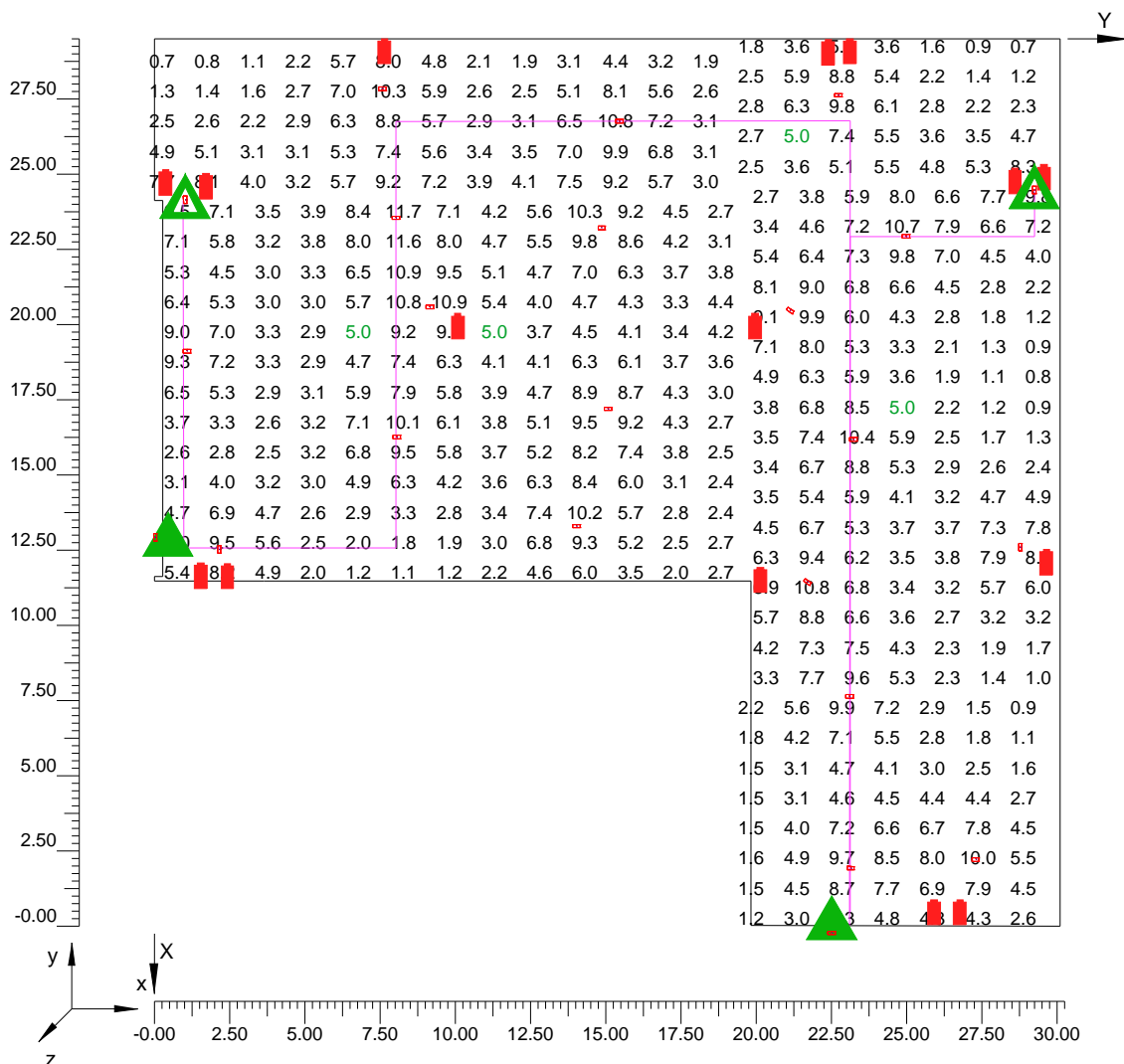
O (x:-0.05 y:29.50 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.50 DY:0.50	Iluminancia Horizontal (E)	5.0 lux	0.5 lux	12.1 lux	0.10 1:9.77	0.04 1:23.81	0.41 1:2.44

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo + Sombras

Escala 1/250

No todos los puntos de medida son visibles



Información General

1

1. Datos Proyecto

1.1	Información sobre Area/Local	2
1.2	Cálculo Energético	2
1.3	Parámetros de Calidad de la Instalación	2

2. Vistas Proyecto

2.1	Vista 2D Plano Trabajo y Retícula de Cálculo	3
2.2	Vista 2D en Planta	4
2.3	Vista Lateral	5
2.4	Vista Frontal	6

3. Datos Luminarias

3.1	Información Luminarias/Ensayos	7
3.2	Información Lámparas	7
3.3	Tabla Resumen Luminarias	7
3.4	Tabla Resumen Enfoques	7

4. Tabla Resultados

4.1	Valores de Iluminancia Horizontal sobre Plano de Trabajo	9
4.2	Valores de Iluminancia sobre: Suelo	10